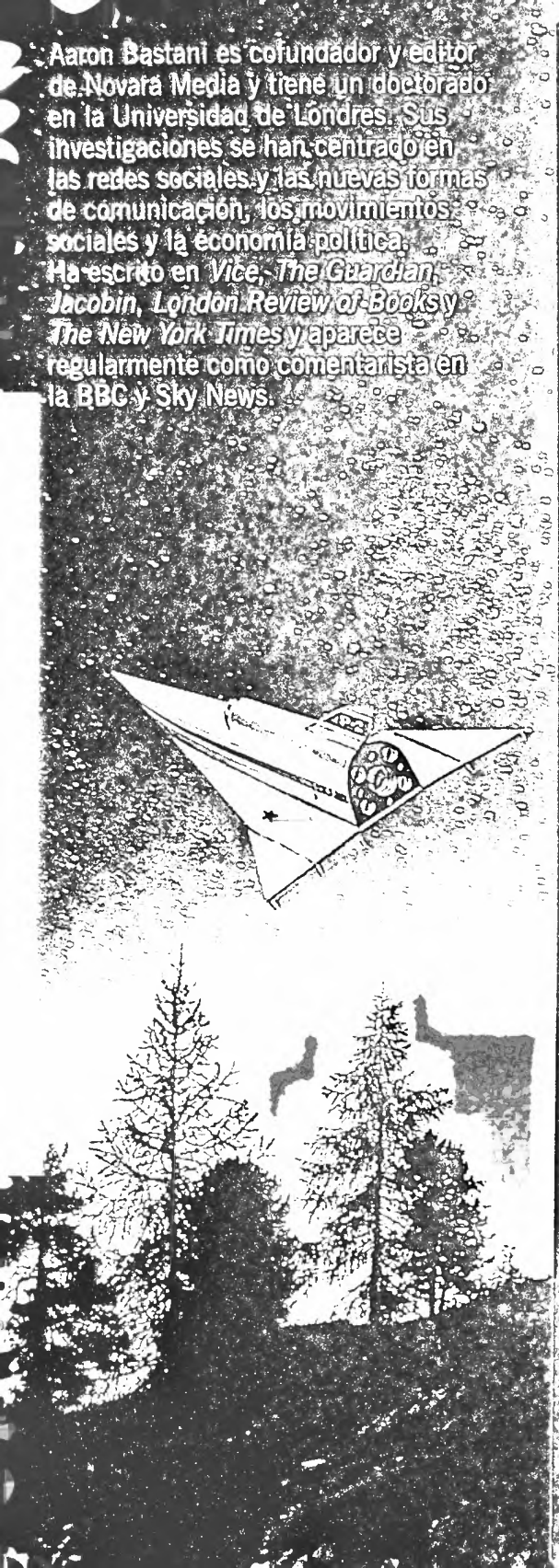
COMUNISMO DE LUJO TOTALMENTE AUTOMATIZADO

Aaron Bastani

ANTIPERSONA

Aaron Bastani es cofundador y editor de Novara Media y tiene un doctorado en la Universidad de Londres. Sus investigaciones se han centrado en las redes sociales y las nuevas formas de comunicación, los movimientos sociales y la economía política. Ha escrito en *Vice*, *The Guardian*, *Jacobin*, *London Review of Books* y *The New York Times* y aparece regularmente como comentarista en la BBC y Sky News.



COMUNISMO DE LUJO TOTALMENTE AUTOMATIZADO

Aaron Bastani
Traducción de Layla Martínez

ANTIPERSONA

Primera edición: Noviembre 2020

Título original:
Fully Automated Luxury Communism

Copyright © 2019 de Aaron Bastani
publicado por primera vez por: Verso Books
Todos los derechos reservados

Traducción: Layla Martínez
Diseño de cubierta: Israel Pinilla
Diseño, corrección y maquetación:
Antipersona
www.antipersona.org

ISBN: 978-84-09-24319-8

ÍNDICE

Agradecimientos 11

Introducción. Seis personajes en busca de futuro 13

I. El caos bajo el cielo 27

1. El Gran Desorden 29

2. Las tres disrupciones 49

3. ¿Qué es el comunismo de lujo totalmente automatizado? 71

II. Nuevos viajeros 91

4. Plena automatización: posescasez en el trabajo 93

5. Potencia ilimitada: posescasez en la energía 121

6. Minería en el cielo: posescasez en los recursos 147

7. Modificar el destino: edad y posescasez en la salud 173

8. Comida sin animales: posescasez en la alimentación 197

III. Encontrar el paraíso 225

9. Apoyo popular: populismo de lujo 227

10. Principios fundamentales: la ruptura con el neoliberalismo 245

11. Transformar el Estado capitalista 273

12. CLTA: un nuevo comienzo 289

Bibliografía 297

A Charlotte.
Esto hubiera sido imposible sin ti.

El hombre es un ser vivo de naturaleza
variada, multiforme y cambiante.

Giovanni Pico della Mirandola

En los malos tiempos, no abandoné la ciudad;
en los buenos, no puse por delante mis intereses
privados; en los desesperados, no temí nada.

Cardenal De Retz

Agradecimientos

Debo un agradecimiento especial a Leo Hollis, mi editor en Verso. Con tu visión amable pero crítica, has hecho que este libro sea infinitamente mejor de lo que podría haber sido. Gracias también al resto del equipo de Verso, que ha ayudado a hacer que el comunismo de lujo totalmente automatizado sea una realidad, al menos en su versión impresa. La labor que realizáis llevando las ideas radicales al mayor público posible es de un valor incalculable. Que continúe por mucho tiempo.

Me gustaría dar también las gracias a todo el equipo de Novara Media. Hace cinco años iniciamos un extraño viaje que ha dado un giro interesante. Estoy especialmente en deuda con James Butler y Ash Sarkar, cuyo escepticismo inicial ha hecho que los argumentos del libro sean mucho más robustos.

También quiero darle las gracias a Andrew Chadwick por darme espacio para que encontrase mi propia voz mientas escribía la tesis. Por encima de todo, me demostraste la importancia de que la prosa fuese concisa y los argumentos claros, dos cosas de las que carecía antes de que trabajásemos juntos.

Por último, estoy en deuda con todos aquellos que lucharon para conseguir el acuerdo político que me ha permitido tener sanidad gratuita y educación barata. Sin vosotros no estaría vivo, y muchos menos habría escrito un libro. No hay mayor fuente de

inspiración para las luchas que nos esperan que vuestros logros, que, aunque sucedieron en el pasado, pertenecen al presente.

Introducción
Seis personajes en busca de futuro

La vida está llena de infinitos absurdos,
los cuales, descaradamente, ni siquiera necesitan
parecer verosímiles, porque son verdaderos[1].

Luigi Pirandello

Yang

Yang trabaja en una fábrica de Zhengzhou, una ciudad de la provincia china de Henan. Nacida en un pueblo del oeste del país, su vida laboral ha coincidido con la conversión del gigante asiático en la fábrica del mundo. Llegó a la ciudad hace una década, y desde entonces se ha construido una vida decente. Aunque su trabajo es agotador —con frecuencia los turnos duran de once a trece horas diarias— Yang se considera afortunada. Es independiente

1. *Seis personajes en busca de autor.* Traducción de Mauro Armiño. Edaf, 1984. [N. de la T.]

económicamente y gana suficiente dinero para enviar una parte a sus padres.

Como muchos de sus amigos y compañeros de trabajo, Yang es hija única. Esto significa que, aunque se siente afortunada por formar parte de la plantilla de la fábrica, va creciendo su preocupación por la salud de sus padres ancianos, cuyo cuidado pronto será responsabilidad suya. Entre eso y el hecho de que su estancia en la ciudad es temporal, Yang ve remotas sus posibilidades de crear una familia. Sus obligaciones están en otro lugar y algún día tendrá que volver a casa.

Pero, además de esta perspectiva que por suerte parece lejana, hay otra cosa que ha empezado a producirle ansiedad recientemente. Era algo impensable hace un montón de años, cuando era una adolescente recién llegada de provincias y recibió su primer sueldo. El trabajo está empezando a escasear.

Aunque el sueldo de Yang ha aumentado todos los años desde que llegó a la ciudad, algo que muy poca gente de su edad puede decir en Europa o Norteamérica, el encargado no para de hacer bromas sobre los robots que le van a quitar el trabajo. Yang suele ignorarle, pero los miembros de los sindicatos clandestinos que hay en su lugar de trabajo dicen cosas parecidas. Según ellos, los salarios ya no son competitivos porque en el extranjero se han acostumbrado a ganar menos que antes. Aunque los sindicalistas no creen que China vaya a perder su liderazgo industrial, eso implicará inevitablemente que algunos trabajos sean deslocalizados y otros automatizados. Por supuesto, muchos empleos van a seguir en China —siempre va a haber trabajo— pero las condiciones no van a ser las mismas. Yang incluso ha leído en internet que la empresa para la que trabaja, Foxconn, ha empezado a construir fábricas en Estados Unidos.

Chris

Cuando el presidente Obama ratificó la Ley del Espacio en 2015 fue un momento histórico, al menos para Chris Blumenthal. Aunque no tuvo mucha cobertura por parte de la prensa, la ley reconocía el derecho a que las empresas privadas pudiesen hacer negocios en el espacio. El capitalismo estadounidense tenía una nueva frontera.

Hoy es el aniversario de aquello y Blumenthal no podría estar más feliz. Solo en su apartamento, observa cómo el vehículo de lanzamiento espacial Falcon Heavy se posa en algún lugar en mitad del Atlántico. El éxito del aterrizaje no solo hace mucho más probable una misión tripulada a Marte, también supone un paso más en la impecable trayectoria de tres años sin accidentes de SpaceX, la empresa que lo ha construido. La industria espacial privada, dependiente durante mucho tiempo de los contratos del gobierno y de los bolsillos de unos pocos industriales, ha dejado de ser ciencia ficción. Pronto los cohetes como este serán tan familiares como un Boeing 737.

Después de ver el aterrizaje retransmitido a través de Twitter, Blumenthal —uno de los primeros inversores en una empresa de minería de asteroides— lo comparte en un grupo de WhatsApp formado por personas con intereses similares. Entre ellas hay un entrenador de la NBA con un salario muy elevado y un director de Hollywood. Debajo del enlace, Bluementhal añade, de forma no del todo irónica: «QUIERO VER LA PASTA».

De inmediato aparece una respuesta. Blumenthal no conoce muy bien a la persona, pero supone que también ha visto la retransmisión: «No va a haber suficiente dinero en el mundo para esto». Blumenthal no lo sabe, pero todos los demás miembros del

grupo verán el aterrizaje tal y como hizo él, aunque no todos en tiempo real. Algunos lo harán en casa, otros cenando con clientes, amigos y familiares. Uno lo verá mientras está en la cama con su amante. Estén donde estén, todos ellos observarán cómo avanza la historia en una pantalla OLED que cabe en la palma de su mano. El desarrollo tecnológico que les permite hacer eso, incluyendo las cámaras cada vez más baratas y con mejor resolución, hizo posible que el aterrizaje no pilotado estuviera completamente automatizado.

Mientras Blumenthal revisa los resultados del baloncesto, Sandra —una vieja amiga, abogada en Manhattan— responde: «Nuestro problema es que, si hay mucho material allí, todo el mundo se va a poner un cohete en el culo para ser el siguiente».

Nadie contesta, pero todos son conscientes de que un exceso repentino de la oferta de minerales significaría un desplome de los precios. Pero por ahora eso no importa, y no importará en al menos otra década. Es por eso que este pequeño grupo de gente va a estar el primero en la cola cuando la minería de asteroides se convierta en la industria con mayor crecimiento de la historia. Eso no durará mucho, claro, pero nada lo hace hoy en día.

Leia

Leia introduce la contraseña y abre la puerta para empezar su turno de mañana. Camina hacia los altavoces, los conecta a su teléfono y presiona el icono de Spotify. Elige la lista «Descubrimiento semanal» —una serie de canciones elegidas por un algoritmo predictivo— antes de encender los distintos dispositivos del bar: el lavaplatos, la máquina de café, las luces, el aire acondicionado.

Aunque solo se ha podido ver el sol unas pocas horas, la energía solar cubre todas las necesidades energéticas del edificio, desde el rúter para el wifi al circuito cerrado de televisión del bar o las cámaras frigoríficas de la cocina. Parte de ella procede de los paneles fotovoltaicos situados en el tejado del bar, pero en su mayoría viene de una planta de energía solar de trece megavatios situada a varios kilómetros de distancia. En la isla hawaiana de Kauai, donde nació Leia, así es como se produce la electricidad.

Mientras empieza a limpiar las mesas, la lista de reproducción se apaga en la segunda canción. Kai, la hermana de Leia, que estudia en California, le está escribiendo.

En lo que se ha convertido en una costumbre en los turnos de fin de semana de Leia, Kai envía fotos suyas saliendo de fiesta al grupo de Facebook que comparten con un montón de miembros de su familia desperdigados por varias franjas horarias. Bajo la foto, tomada en la frontera entre Estados Unidos y México hace unos momentos, están las palabras «os echo de menos».

Mientras, la planta solar —con sus 55 000 paneles de silíceo, tres técnicos y dos guardias de seguridad— está, como Leia, comenzando su día de trabajo. Solar City, que construyó y ahora alquila las instalaciones a la cooperativa energética de la isla, está convencida de que el mantenimiento de ese tipo de proyectos pronto estará completamente automatizado. Leia todavía no lo sabe, pero un destino similar le espera a su padre, desarrollador de software, dentro de una década.

La comunicación global instantánea, igual que la transición desde los combustibles fósiles, ha pasado desapercibida para la adolescente. Para ella son simplemente características habituales de un mundo que da por hecho. La lenta desaparición de la profesión de su padre no va a parecer diferente.

Peter

De camino a un gran evento de la industria en San Antonio, Peter está muy animado. Este año cumple sesenta, pero tiene la energía de un hombre mucho más joven, sobre todo debido a inyecciones regulares de la hormona del crecimiento. En estos momentos está orgulloso de dos cosas: el equipo de béisbol que posee y las previsiones optimistas que está haciendo sobre el futuro de la tecnología.

Su experiencia y autoridad en el campo proceden de haber fundado una empresa que fue adquirida por uno de los gigantes digitales en el cambio de siglo, y hoy da una charla para hacerle un favor a un amigo. Rápidamente lleva la conversación a su tema preferido: la inteligencia artificial y el futuro del empleo.

«La primera compañía en alcanzar los dos trillones de dólares va a ser Amazon, no hay duda. Bezos no va a ser el primer trillonario, pero lo hará bien. ¿Quién va luego? ¿SpaceX? No lo creo, tenemos esa tecnología desde hace setenta años y dentro de poco todo el mundo va a ponerse a ello, pero buena suerte para Elon. No, el primer trillonario será un creador de IA. Imaginad, va a ser como si estuvieras haciendo la contabilidad en la Inglaterra victoriana y de repente uno de tus rivales tuviese un portátil con un procesador de cuatro núcleos: te barrería del mapa. ¿Y el empleo? Una vez que esa tecnología se extienda, la mayoría de la gente, y no me hace feliz decir esto, va a ser innecesaria... prescindible».

Peter comparte escenario con Anya, una joven CEO de Suecia: «Estoy de acuerdo, Peter, la IA va a cambiar muchas cosas», añade. «Supone un desafío para la forma en que entendemos el mérito, el trabajo, incluso el capitalismo. De hecho, imagino que, en el futuro, la clase baja no estará formada por aquellos que tengan

habilidades poco deseables para el mercado, sino por los que carezcan de acceso a una IA propia. ¿Cómo vas a tener un mercado laboral justo cuando eso ocurra? No creo que se pueda».

«Te digo», la interrumpe, en un tono casi inaudible para los asistentes, «que el primer capullo que fabrique IA será trillonario». Se acomoda de nuevo en su silla antes de añadir con tono nostálgico algo que suena a monólogo interior: «será trillonario o idiota».

Federica

Federica sabe que ha olvidado hacer un recado, le había prometido a su sobrino una sudadera de fútbol por su cumpleaños pero no la ha encargado. Así que ahora está haciendo algo que no echaba de menos: comprar un regalo en Oxford Circus, en el West End londinense.

Mientras entra en la tienda, Federica se pasa la mano por delante de la cara. El gesto activa un dispositivo inserto en su retina y convoca a su asistente personal digital, Alex, cuya voz sustituye a su podcast favorito en el bluetooth que lleva en el oído. «Hola, Fede. En qué puedo ayudarte».

«Ey, Alex», responde. «¿Dónde puedo encontrar una camiseta del Arsenal para Tom por aquí?».

Alex, una inteligencia artificial relativamente potente desarrollada por uno de los gigantes tecnológicos, responde casi al instante. «Tienen la talla de Tom en stock, así que no tienes que esperar a que la estampen. Primer piso, detrás a la derecha, te lo muestro». Un mapa aparece en el ojo izquierdo de Federica, aunque ya no puede decir que sea realmente suyo. «Tom ha dicho varias veces que prefiere la que tiene la franja negra y dorada. ¿Cogemos esa?».

«Genial, sí, Alex, me has salvado la vida». Mirando los percheros de trajes de hombre, Federica se acuerda de algo. «Alex, ¿cómo va la dieta de George?». George es su pareja.

«No muy bien», contesta Alex, «pero creo él querría que eso lo hablaseis entre vosotros». Federica no puede evitar sonreír. Los asistentes personales digitales no siempre habían sido tan «emocionalmente inteligentes».

Cuando encuentra la camiseta, Federica la mete en su bolso e inmediatamente se encamina a la salida de la tienda. Mientras lo hace, otra figura aparece en la pantalla, o, mejor dicho, delante de ella. «¿Tiene todo lo que necesita hoy, Ms. Antonietta? ¿Cómo le fue con el traje que compró en febrero? Tenemos algo parecido para el invierno, ¿le gustaría que se lo enviase a Alex para que pudiera verlo?».

«Sí, por favor, sería maravilloso», dice Federica. «No quiero llegar tarde». Sale de la tienda, y la etiqueta con radiofrecuencia de la camiseta automáticamente resta el importe de su cuenta. Ningún empleado humano ha participado en la producción, almacenamiento, distribución y venta del producto. De hecho, la tienda que ha visitado podría habérselo llevado a su sobrino con un dron ese mismo día, pero ella prefiere dárselo en persona, como se hacía antes. Después de todo, es un regalo de cumpleaños de su tía favorita.

Doug

Doug sabía que esto podía pasar, y a la vez rezaba para que no sucediera. Solo quería dar un paseo con su perro y ahora iban a sacrificarlo.

—Señor, tengo que llevarme al animal.

—¿Por qué? —pregunta Doug—. Tengo licencia, ¿qué he hecho mal?

—Es un producto falsificado, señor. Y si le dieron una licencia para él también es falsa: o bien está en posesión de un producto editado ilegalmente…o lo ha hecho usted mismo.

Doug le había comprado el perro, un dachshund al que había llamado Noodle, a un criador que tenía reputación de comerciar con animales mejorados. Había asumido el riesgo porque no quería algo que pudiese perder el uso de las patas traseras en unos pocos años. Había tenido un pug hace un tiempo y, aunque lo quería mucho, apenas podía respirar por las noches. Si hubiera podido tener otro animal que no estuviera así de jodido —su apartamento era demasiado pequeño incluso para un perro de tamaño mediano— no se habría molestado en absoluto.

—A ver si lo entiendo. Criamos a estos animales hasta dejarlos completamente jodidos, los convertimos en esto, ¿y ahora me dices que es ilegal arreglarlo?

—Así que estaba al tanto de la modificación, ¿señor?— pregunta el policía, guardando el rastreador genético y empezando a tamborilear con los dedos sobre la tablet.

—No, no lo estaba, y no vas a poder probar algo que no pasó… es solo que creo que todo este sinsentido de buscar animales, cultivos y personas «frankenstein» es absolutamente ridículo.

—Es la ley, señor. Si no tuviésemos estas normas, ¿qué incentivo habría para la gente que busca soluciones de forma legal? Cualquiera podría hacer lo que quisiera.

—O arreglar lo que quisiera— murmura Doug.

El agente de policía permanece completamente indiferente.

—Ahora, señor, necesito que me dé su nombre, dirección y un escáner de su retina... quédese quieto, solo llevará unos momentos.

Todas las historias anteriores son ficción, pero todas están basadas en hechos, todas son suposiciones razonables sobre el futuro que nos puede esperar. En 2015, Barack Obama, entonces presidente de Estados Unidos, ratificó la Ley del Espacio. Menos de dos años después, la isla de Kauai, la cuarta en tamaño de las que conforman el archipiélago de Hawai, firmó un acuerdo con Solar City para que todas las necesidades energéticas de la isla fuesen cubiertas con energía solar. En esa misma época, el empresario tecnológico Mark Cuban declaró que el primer trillonario del mundo pertenecería al área de la inteligencia artificial.

En Seattle, mientras tanto, Amazon probaba su primera tienda sin cajas de cobro, que utilizaba «tecnología que simplemente consiste en salir andando». Casi a la vez, el CEO de Foxconn, Terry Gou, anunció la construcción de las instalaciones principales de la compañía en Wisconsin. Casi 1 300 kilómetros al sur, en el estado de Mississippi, la FDA rechazó la petición de David Ishee, criador de perros y biohacker, para modificar el genoma de los perros que criaba con el objetivo de eliminar una afección específica pero común. ¿Su respuesta? Que iba a hacerlo de todas formas como acto de desobediencia civil. Un año después de esa negativa de la FDA, en febrero de 2018, SpaceX supervisó con éxito el despegue, regreso y aterrizaje de su cohete Falcon Heavy, el predecesor de la nave espacial que la compañía planea desarrollar para sus misiones tripuladas a Marte en la década de los veinte.

Todos estos sucesos comparten una visión similar del futuro. Energías renovables, minería de asteroides, cohetes que pueden

ser usados en múltiples ocasiones e incluso viajar a Marte, líderes de la industria discutiendo abiertamente las implicaciones de las IA, entusiastas del *do it yourself* metiéndose en ingeniería genética de bajo coste. Y, sin embargo, ese futuro ya está aquí. Resulta que no es el mundo del mañana el que es demasiado complejo como para elaborar políticas comprensibles para todo el mundo, sino el de hoy.

Esto supone un problema para los intentos de crear programas progresistas que encajen en las realidades del presente, porque, aunque estos hechos parecen de ciencia ficción, también se presentan como inevitables. De alguna manera, es como si el futuro ya estuviera escrito y, a pesar de todo lo que se habla de una inminente revolución tecnológica, esa transformación vertiginosa aparece ligada a una visión estática del mundo en la que nada cambia realmente.

Pero ¿y si todo pudiera cambiar? ¿Y si, además de enfrentarnos a los grandes desafíos de nuestro tiempo —desde el cambio climático a la desigualdad y el envejecimiento—, fuésemos más allá? ¿Y si dejásemos atrás esos problemas como hicimos con los grandes depredadores y con la mayor parte de enfermedades? ¿Qué pasaría si, en lugar de pensar que el futuro está escrito, decidiéramos que la historia en realidad no ha comenzado?

Hemos enfrentado cambios tan cruciales como los que encaramos ahora en dos ocasiones. La primera fue hace 12 000 años, cuando nuestros ancestros, los *Homo sapiens*, empezaron a practicar la agricultura y la ganadería por primera vez. Domesticaron animales y cultivos y descubrieron de forma práctica cómo añadir y quitar rasgos biológicos de las especies. Enseguida tuvimos granjas, animales que realizaban distintas tareas y una relativa abundancia de alimentos. A su vez, esto creó el excedente social necesario para la transición hacia el asentamiento, y con él, la apa-

rición de las ciudades, la escritura y la cultura. Esto fue a la vez el final de algo —cientos de milenios de «prehistoria» humana— y el comienzo de otra cosa diferente.

Fue la Primera Disrupción.

Después de eso, no hubo muchos cambios durante miles de años. Sí, hubo progreso, emergieron civilizaciones y se crearon imperios, pero, esencialmente, existían las mismas fuentes de luz, energía y calor hace 5000 años y hace 500. La expectativa de vida dependía más de la geografía, el estatus social y la guerra que de la tecnología y, hasta hace unos siglos, el trabajo de la mayor parte de la gente tenía que ver con la agricultura de subsistencia.

Después, a mediados del siglo XVIII, comenzó una nueva transformación. La máquina de vapor, junto con el carbón, se convirtió en la columna vertebral de la Revolución Industrial y de la primera era de las máquinas. A la población humana mundial le había costado toda la historia de la que se tenían registros alcanzar los 1000 millones de personas, pero solo tardó algo más de un siglo en doblar esa cifra. El aumento de la esperanza de vida, la extensión de la alfabetización y el incremento de la producción en casi todos los ámbitos abrían perspectivas de abundancia. A mediados del siglo XIX estaba claro de nuevo que había sucedido algo tan radical que, para bien o para mal, no había vuelta atrás.

Esa fue la Segunda Disrupción.

La coyuntura actual muestra una ruptura tan significativa como esos dos momentos anteriores. Como sucedió en la Segunda Disrupción, ofrece una liberación relativa de la escasez en áreas vitales —energía, trabajo cognitivo e información—, en lugar de simplemente en la energía mecánica, como la Revolución Industrial. Y, como la Primera Disrupción, implicará una ruptura con toda la historia anterior, lo que anuncia más un comienzo del viaje que una llegada al destino.

Pero esta Tercera Disrupción, que ahora mismo está en sus décadas iniciales, todavía no está siendo disputada, y sus consecuencias siguen siendo inciertas. Aunque, como veremos en los siguientes capítulos, las fuerzas sobre las que se apoya ya están presentes, sigue sin estar claro cuáles son las políticas más apropiadas. Es importante destacar que sus posibilidades son tantas que pone en cuestión algunos de los supuestos básicos de nuestra sociedad y nuestro sistema económico. Por tanto, lejos de tener que enfrentarnos a una elección entre cambio y continuidad, la aparición de un mundo radicalmente diferente del nuestro es a la vez inevitable y cercana. La cuestión central es: ¿a qué intereses servirá?

Lo que sigue es un resumen del mundo que ha comenzado a desplegarse, mostrando todo el espectro de la crisis —ecológica, económica y social— junto con el abundante potencial existente para que surja una alternativa. Desde ahí se propone la posibilidad de trazar un mapa político que incluya tanto los retos que encaramos como las herramientas potenciales que tenemos a nuestra disposición. Ese mapa es el comunismo de lujo totalmente automatizado.

Para entrar en la esfera de la especulación, nos basamos en el mundo tal y como es, o mejor, en el mundo tal y como está empezando a ser. Examinamos tecnologías aparentemente dispares —en automatización, energía, recursos, salud y alimentación— para concluir que se están sentando las bases para una sociedad capaz de dejar atrás la escasez y el trabajo. No sabemos con seguridad cómo acabarán estas tecnologías, o a qué intereses servirán. Sin embargo, lo que sí parece claro es que pueden darnos una oportunidad, aunque solo si van unidas a un proyecto político de solidaridad colectiva y felicidad individual.

Esta es la razón de que el comunismo de lujo totalmente automatizado (CLTA) tenga que ver con decisiones políticas más que con futuros inevitables. Por ello, requiere elaborar una estrategia para el presente mientras se abre camino a la utopía, describiendo el mundo tal y como podría ser y señalando por dónde empezar.

Así que vamos a empezar por el final —o eso creemos—, con la extraña muerte del futuro.

I
EL CAOS BAJO EL CIELO

1
El Gran Desorden

—¿Cómo llegaste a la quiebra?— preguntó Bill.
— De dos maneras —contestó Mike—. Primero poco a poco y luego de golpe.

Fiesta, Ernest Hemingway[2]

En el verano de 1989, cuando quedó claro que Estados Unidos y sus aliados habían ganado la Guerra Fría, Francis Fukuyama escribió un ensayo titulado «¿El fin de la historia?» para el *National Interest.*

Su propuesta central era provocativa pero simple. El desconocido académico afirmaba que el colapso de la Unión Soviética tenía una importancia mayor que el mero fin de la rivalidad militar: «A lo que estamos asistiendo no es simplemente el fin de la Guerra Fría, o al paso a una etapa histórica de posguerra, sino al fin de la historia como tal: es decir, al punto final de la evolución ideológica de la humanidad y a la universalización de la democracia liberal occidental como la forma definitiva del gobierno

2. Traducción de Marita Izquierdo. Verbum, 2019. [N. de la T.]

humano». Fukuyama afirmaba que, aunque los relojes seguirían con su tic tac y los años continuarían pasando, no surgirían nuevas ideas, o al menos, no aparecería ninguna capaz de desafiar el *statu quo*.

Para sostener esta insólita afirmación, hacía referencia a autoridades tan poco probables como Karl Marx y Georg Wilhelm Hegel. Por caminos diferentes, los dos habían afirmado que la historia tenía un destino final. Ahora, con el fin de la Guerra Fría, se había probado que tenían razón, solo que, en lugar del Estado prusiano o la caída del capitalismo, el crepúsculo de las ideologías eran los Big Mac y la Coca Cola.

Fukuyama se convirtió rápidamente en un intelectual estrella y transformó el ensayo en su primer libro, *El fin de la historia y el último hombre*, publicado en 1992. En él ofrecía una explicación en profundidad de la hipótesis central de tres años antes, que esbozaba la idea de que la historia está impulsada principalmente por ideas que compiten de forma constante unas con otras. El resultado de esa competición era que, en los años noventa, la democracia liberal y, por extensión, el capitalismo de mercado, reinaban en solitario porque todas las alternativas viables habían desaparecido. Aunque en cierto sentido esto era cierto —la URSS acababa de desintegrarse—, no fue capaz de comprender que es más probable que los desafíos más fuertes surjan de las contradicciones internas o de impactos externos imprevisibles que de la ausencia de consentimiento.

Para Fukuyama, el fin de la historia señalaba un mundo definido por el cálculo económico y por «un sinfín de soluciones a problemas tecnológicos, preocupaciones medioambientales y la satisfacción de las demandas complejas de los consumidores». Sin embargo, el momento actual —definido por retos como el aumento de la temperatura, el desempleo tecnológico, la desigualdad

en los ingresos y el envejecimiento de la población, por nombrar solo unos pocos— plantea preguntas que van más allá del mero desarrollo tecnológico. Si el mundo de Fukuyama resultaba ingenuo en 1992, en la década que sigue a la crisis del 2008 se convirtió en totalmente ridículo. De hecho, lo admitió en un libro sobre identidades que publicó en 2018.

Pero lo que está en juego es más importante que estar equivocado o no en una cuestión académica. Porque, peor que la credulidad ingenua o el error de tomar un momento puntual como un cambio histórico permanente, es el hecho de que muchos de los que están en el poder todavía consideran sagrada la hipótesis de Fukuyama. Tres décadas después del fin de la Guerra Fría, el legado de su trabajo se ha convertido en un «sentido común» político que nos impide afrontar los grandes retos que tenemos delante. Después de todo, ¿por qué iba a ser necesaria una acción decisiva —especialmente en lo que se refiere a socavar los intereses y los beneficios del capital— si en realidad no va a cambiar nada?

El pensamiento triunfalista de Fukuyama de hace una década todavía tiene peso, incluso aunque él mismo se ha retractado en parte. Eso se debe a que ha contribuido a crear una idea política muy extendida que entiende que el fin de la Guerra Fría no solo significó la supremacía del capitalismo de mercado, sino también un declive inevitable de los Estados-nación independientes.

En este mundo atestado y conectado todo está sujeto a cambios cada vez más rápidos. Todo, menos las reglas del juego. De hecho, muchos ya ni siquiera las consideran reglas, sino la realidad en sí misma, y ven los sistemas políticos alternativos como inútiles o incomprensibles. Así, el capitalismo liberal ha pasado de ser un proyecto contingente a un principio de realidad. Bienvenidos al

mundo del realismo capitalista, donde el mapa es el territorio y nada importa demasiado.

Realismo capitalista

El realismo capitalista se puede resumir en una sola frase: «Es más fácil imaginar el fin del mundo que el fin del capitalismo»[3].

Para Mark Fisher, el teórico británico que acuñó el término, esa frase condensa la esencia de nuestra era, en la que el capitalismo no se ve solo como el único «sistema político y económico viable» sino que además «es imposible siquiera imaginar una alternativa coherente». Al fin y al cabo, ¿cómo podrías imaginar una alternativa a la realidad misma?

Reflexionando sobre la película de 2006 *Hijos de los hombres*, Fisher plantea la normalidad surrealista del film como una distopía adecuada para nuestra época, donde el mundo que proyecta «es más una extrapolación o una exacerbación del nuestro que una alternativa. En ese mundo, como en el nuestro, el autoritarismo extremo y el capital no son incompatibles: los campos de refugiados y las franquicias de café coexisten perfectamente»[4].

Esto coincide con el pensamiento de Alain Badiou, que escribe:

> Vivimos en una contradicción [...] en la que toda la existencia [...] se presenta ante nosotros como ideal. Pero, para justificar su conservadurismo, los partidarios del orden establecido no pueden en realidad describirlo como perfecto o maravilloso. Por eso prefieren venir a decirnos que todo lo demás es horrible [...] nuestra democracia no es perfecta. Pero es mejor que una dictadura sangrienta.

3. Esta frase se atribuye tanto a Fredric Jameson como a Slavoj Zizek, aunque el propio Jameson no ha sido muy claro sobre la fuente original.

4. *Realismo capitalista.* Traducción de Claudio Iglesias. Caja Negra, 2018. [N. de la T.]

> El capitalismo es injusto. Pero no es criminal como el estalinismo. Dejamos que millones de africanos mueran de sida, pero no hacemos declaraciones nacionalistas racistas como Milosevic[5].

Como el realismo capitalista no ofrece un futuro mejor, especialmente en el transcurso de la última década, la lógica que sigue por defecto es la del antiutopismo. Los salarios estancados, la caída de la propiedad de la vivienda y el calentamiento del planeta pueden ser malos, cierto, pero al menos tenemos iPhones. Y sí, puede que no tengas acceso a las cosas que tus padres daban por sentadas, como viviendas asequibles o educación superior gratuita, pero aun así deberías estar agradecido, al menos no estamos en el siglo XVI.

Con el tiempo, este argumento, que resultaba seductor en los primeros años del siglo XXI, se ha revelado enormemente absurdo. El realismo capitalista, el mundo en el que nada cambia realmente, está dando paso a un momento histórico definido por la crisis. Uno en el que, a menos que cambiemos nuestra comprensión del futuro una vez más, triunfarán los peores demonios de los siglos pasados.

El desencadenamiento de la crisis

Decir que la era actual está marcada por la crisis roza el cliché. Convertida en algo habitual y familiar, esta crisis difiere de las distopías de George Orwell y Aldous Huxley, del infierno de las pinturas del Bosco o de los últimos días de la Tierra que nos cuenta el Libro de las Revelaciones. No se parece a Europa durante la Peste Negra o a Asia Central bajo el dominio de la Horda

5. Op. cit. [N. de la T.]

de Oro. Ahora, en cambio, habitamos un mundo en caída libre y, sin embargo, nos lo tomamos con calma.

Algunos aspectos de esto, como la crisis migratoria en Europa, son conocidos y han tenido mucha atención mediática. Las personas desplazadas por la guerra y la desintegración social que se ven obligadas a emigrar se encuentran frecuentemente con actitudes hostiles como respuesta. Aunque el Muro de Berlín fue un símbolo de división para las generaciones anteriores, solo murieron 235 personas intentando cruzarlo. Comparemos eso a las 3 770 almas que murieron o desaparecieron en el Mediterráneo intentando alcanzar las playas de Europa solo en 2015. Y si, como migrante indocumentado, tienes la suerte de cruzar de forma segura el Mediterráneo, la frontera entre Estados Unidos y México o las vallas y bosques entre Hungría y Bulgaria, tus problemas solo acaban de empezar.

Por supuesto, hay otras expresiones de la fractura actual que son igualmente profundas, aunque menos obvias. Una es la crisis de la salud mental, con el suicidio como principal causa de muerte entre los hombres británicos de menos de cincuenta años y con previsiones de que la depresión sea la enfermedad más extendida a nivel global en el año 2030.

Otras son todavía más difíciles de percibir, y resultan complicadas de entender en la escala humana. Una es la crisis del Estado, con el desplazamiento de la capacidad de agencia hacia el mercado y con una globalización creciente de la economía que socava la capacidad de las naciones para actuar con decisión. Este proceso de integración entre el mercado y el capital, donde las mercancías se mueven más fácilmente que nunca, es completamente contraria a la experiencia de las personas desplazadas y los migrantes indocumentados, que tienen que enfrentarse a muros, vigilancia y fronteras cada vez más blindadas.

A medida que el Estado deja paso al mercado, se produce una confusa sensación de pérdida, una crisis de representación que vacía de autoridad a las instituciones democráticas y que hace que los ciudadanos se sientan utilizados por las élites corruptas. Las tendencias de la globalización se consolidan a medida que los gobiernos nacionales —que, aunque de forma imperfecta, eran los que rendían cuentas— pierden el consentimiento de aquellos a los que representan. En los supuestos buenos tiempos algo fue muy mal, pero pasó desapercibido.

2008: LA VUELTA DE LA HISTORIA

Casi dos décadas después de la falsa profecía de Fukuyama, hubo un cambio decisivo: crisis de la banca, crisis de la deuda y crisis de déficit, que culminaron en la imposición de medidas de austeridad de Grecia a California. Además, tuvo lugar la guerra en Georgia, el florecimiento de la Primavera Árabe, el levantamiento en Ucrania, la insurrección —y después una sangrienta guerra civil— en Siria. Por otro lado, el conflicto de baja intensidad en Irak y Afganistán se deterioró aún más, y pronto estallaron luchas igualmente confusas en Libia y Yemen. A principios de 2014, la Federación Rusa añadió un nuevo territorio por primera vez con la anexión de Crimea después de un referéndum local. Unos meses después, en un área a caballo entre Siria e Irak del tamaño del Reino Unido, los insurgentes declararon un califato, el Estado Islámico.

Pero en medio de todo esto, los sucesos en Europa Occidental, uno de los corazones del realismo capitalista, fueron los más sorprendentes: el intenso ciclo de protestas y disturbios en Inglaterra en 2010 fue seguido cuatro años después por un referéndum sobre la independencia de Escocia que resultó fallido pero estuvo

sorprendentemente cerca del éxito. Sin embargo, incluso eso palideció de insignificancia cuando en 2016 Gran Bretaña votó para irse de la Unión Europea, convirtiéndose en el primer Estado miembro de la historia que lo hacía.

Aunque el Brexit había sido el suceso político más importante de Europa en una generación, pronto fue superado por lo que estaba pasando al otro lado del Atlántico cuando, solo unos meses después, Donald Trump fue elegido cuadragésimo quinto presidente de Estados Unidos. Menos de una década después de la quiebra de Lehman Brothers en 2008, ya era innegable. El expansionismo de Rusia, el aislamiento de Gran Bretaña y la ruptura del modelo económico eran eclipsados por la conversión de la estrella de un reality televisivo en la persona más poderosa de la tierra. La historia había vuelto.

El discurso inaugural de Trump el siguiente mes de febrero supuso un contraste enorme con la retórica embriagadora de la que había hecho gala su predecesor, Barack Obama, cuando asumió el cargo ocho años antes. Al afirmar que el sistema había fallado a los americanos de a pie, el mensaje explícito de Trump de decadencia social y nacionalismo agraviado se convirtió en su firma inmediata en el cargo.

Y, sin embargo, de una forma extraña, a pesar de las marcadas diferencias en la forma de presentarse, Obama y Trump compartían una fe similar en la capacidad de los mercados para encontrar soluciones. Después de todo, cualquier otra cosa equivale a una herejía en el realismo capitalista, donde el fin del mundo es más plausible que el fin del capitalismo.

Esta situación muestra la que posiblemente es la crisis más apremiante de todas: la ausencia de imaginación colectiva. Es

como si toda la humanidad estuviese afectada por un complejo psicológico llamado realismo capitalista que nos hace creer que el mundo actual es más fuerte que nuestra capacidad de construir otro, como si no hubiesen sido nuestros antepasados los que hubiesen creado lo que tenemos ahora. Y como si la esencia de la humanidad, si es que existe tal cosa, no fuese construir mundos nuevos constantemente.

En su defensa, hay que decir que el capitalismo cuenta con un historial impresionante, al menos hasta ahora. A pesar de haberse enfrentado a una crisis casi todas las décadas durante dos siglos, y de haberlo hecho en medio del ritmo feroz de un cambio en constante aceleración, siempre ha encontrado formas de extraer beneficios y, en última instancia, de mejorar el nivel de vida. El capitalismo ha sobrevivido, evolucionado y prosperado a través de la Revolución Industrial, la Gran Depresión, el proteccionismo, dos guerras mundiales, el fin del patrón oro y la desaparición de los acuerdos de Bretton Woods. Hace poco más de una generación, una buena parte del mundo estaba bajo la influencia política de la Unión Soviética, y ella y Estados Unidos parecían destinados a enfrentarse en una confrontación nuclear. Pero eso nunca llegó a suceder y, como más tarde escribió Fukuyama, el mundo dividido en dos fue sustituido por uno donde los mercados prevalecieron y la democracia liberal reinaba en solitario.

Esto explica por qué, a pesar de lo evidentes que son las crisis actuales, aquellos que defienden el *statu quo* están tan confiados. Puede que el nuestro sea un mundo de bajo crecimiento, descenso de los niveles de vida e incremento de las tensiones geopolíticas, pero los defensores más firmes del capitalismo sacan fuerza de saber que han lidiado con esos problemas antes.

Sin embargo, además de estos problemas, hay retos mucho más difíciles de superar. Tomados de forma aislada son históricamen-

te significativos, pero juntos conforman una amenaza de escala civilizatoria, que tiene el potencial de socavar la capacidad del capitalismo para reproducirse a sí mismo como un sistema basado en el crecimiento infinito, la producción mercantil y el trabajo asalariado.

Hay cinco tipos de crisis, que a veces se superponen: el cambio climático y las consecuencias del calentamiento global; la escasez de recursos, especialmente de energía, minerales y agua potable; el envejecimiento de la población, a medida que crece la esperanza de vida y se desploma la tasa de natalidad; un excedente global cada vez mayor de pobres que conforman el «innecesariado»; y, quizá lo más crítico, una nueva era tecnológica que traerá un desempleo cada vez mayor a medida que las máquinas realicen progresivamente más trabajo físico y cognitivo y sustituyan a los humanos.

Enfrentar estas crisis es la base del CLTA. El capitalismo, al menos tal y como lo conocemos, está a punto de terminar. Lo importante es lo que vendrá a continuación.

Para el realismo capitalista, la afirmación de que el capitalismo va a acabar es como decir que un triángulo no tiene tres lados o que la ley de la gravedad no volverá a aplicarse a pesar de que las manzanas sigan cayendo de los árboles. En lugar de entender el presente como una etapa histórica entre muchas otras, igual que la Inglaterra victoriana o la República romana, habitar el fin de la historia implica asumir que nuestro sistema social es tan inmutable como las leyes físicas que gobiernan el universo.

Sin embargo, lo cierto es que el realismo capitalista se está desplomando. El hecho de que estés leyendo esto es prueba de ello.

A pesar de las observaciones de Francis Fukuyama y sus discípu-

los, la historia volvió el 15 de septiembre de 2008, cuando colapsó el sistema financiero global. En unas semanas, los principales poderes económicos globales, que hasta entonces habían sido fanáticos de la mínima interferencia del Estado, se quedaron sin otra alternativa que rescatar a los bancos, incluso nacionalizar algunos de ellos. Eso mostró que el anterior fervor por la libertad de mercado no era más que una mentira: socialismo para los ricos y capitalismo de mercado para los pobres. Sus detractores siempre lo habían dicho, pero ahora nadie podía negarlo.

Pero además de revelar que lo que habían hecho pasar por sentido común era en realidad un proyecto político, aquel momento también acabó con una fase de expansión global que había lanzado a los sectores financiero e inmobiliario —especialmente en Gran Bretaña y Estados Unidos— a la primera línea de la vida económica. En las dos décadas anteriores habían sido estos sectores los que habían sostenido el crecimiento, la recaudación fiscal y la propiedad de unos activos que al menos habían sido moderadamente distribuidos. Después de 2008 eso cambió de forma decisiva, lo que tuvo como consecuencia que en muchos países se incrementó la pobreza, se estancaron los salarios y el crecimiento —en todas sus formas— se desvaneció.

En Estados Unidos, el Programa de Asistencia Nutricional Suplementaria, conocido popularmente como los «cupones de comida», es una iniciativa federal que ayuda a comprar comida a los estadounidenses con bajos ingresos. En virtud de sus objetivos, es uno de los indicadores de pobreza más fiables del país. Mientras en 2007, inmediatamente antes de la crisis, 26 millones de estadounidenses recibían cupones de comida, en 2012 —a finales de los que algunos llaman ahora la Gran Recesión— esa cifra casi se había doblado, hasta alcanzar los 46 millones. En los años siguientes, a pesar de una supuesta mejora en los indicadores

económicos del país, esa cifra apenas cambió, y de hecho Donald Trump señalaba con frecuencia en su campaña de 2016 que 43 millones de estadounidenses utilizaban cupones de comida. A pesar de todo lo que se dice sobre el papel de las fake news en su campaña, esa cifra era totalmente exacta.

Análogo a este uso de los cupones de comida en Estados Unidos es el aumento meteórico de la cantidad de gente que recurre a bancos de comida en Reino Unido. El Trussel Trust, que gestiona la mayor red de bancos de comida del país, afirmó haber entregado 41 000 cajas de comida en 2010. En 2017, después de nueve años de aumento consecutivo de la demanda de sus servicios, esa cifra había llegado a 1,2 millones. Aunque el aumento del uso de los bancos de comida en Reino Unido es resultado en parte de las desastrosas reformas del Estado del bienestar, también refleja algo que puede observarse a ambos lados del Atlántico: tener trabajo ya no garantiza escapar de la pobreza, más bien lo contrario.

Los datos más detallados que tenemos disponibles en Reino Unido confirman el cambio histórico que ha tenido lugar en la última década: ahora es más probable que las personas que están en una situación de pobreza relativa pertenezcan a un hogar con miembros empleados que a uno sin ellos. Lo más preocupante de todo es que esto se está acelerando: a finales de 2016, el 55 % de las personas pobres pertenecían a un hogar con al menos uno de sus miembros trabajando, 7,4 millones de personas. Solo seis meses después, esa cifra había alcanzado el 60 %.

La causa de esta espiral descendente es la caída de los salarios: desde 2008, el sueldo real en Gran Bretaña, que tiene en cuenta la inflación, se ha desplomado más de un 10 %. No debería sorprender, por tanto, que casi 17 millones de británicos en edad de trabajar tengan menos de 100 libras ahorradas. En Estados

Unidos pasa lo mismo, el 63 % de la población afirma que solo tienen ahorrados 500 dólares o menos.

El otro pilar de la aceptación del capitalismo del siglo XX, la propiedad, que servía como complemento a la democracia, está en un retroceso similar. En Gran Bretaña, donde el conservador Noel Selton acuñó el término «democracia de propietarios» en 1923, la propiedad de viviendas está en su nivel más bajo desde 1985 y continúa cayendo. Es peor incluso en Estados Unidos, donde una combinación de precios altos, salarios bajos y poco crédito han hecho que sea menos probable que un estadounidense medio tenga su vivienda en propiedad que en cualquier otro momento desde 1965, cuatro años antes de la llegada a la luna.

Medir la inercia

Mientras la gente corriente lucha por salir adelante —lo que se mide en el uso de los bancos de alimentos y los cupones de comida, la pérdida de poder adquisitivo de los salarios o las expectativas insatisfechas sobre las viviendas en propiedad—, la visión abstracta de la economía impulsada por las élites y que se define por el crecimiento y la productividad se encuentra en un estado de desconcierto similar. Después de todo, la productividad por hora trabajada, quizá el indicador más útil para medir el progreso económico, fue en 2017 más baja que una década antes. Esto no tenía precedentes en la historia moderna.

Por todo el mundo se pueden observar hechos similares. «La década perdida», un nombre que antes se utilizaba para describir las condiciones económicas anómalas de países como Italia y Japón, se aplica a un número cada vez mayor de naciones. Desde la crisis de 2008, Grecia y España han visto subir la tasa de paro por

encima del 25 %, y tienen un paro juvenil que casi dobla esa cifra. Por otro lado, economías como la de Hungría, Austria, Portugal o Letonia no son más grandes ahora que en 2008 si las medimos en base a la producción por trabajador.

La tendencia es clara incluso en los países emergentes del sur global. El 10 % de crecimiento que había caracterizado a las economías de China e India durante los primeros años del siglo XXI son ahora cosa del pasado. Otros países como Brasil y Rusia se han visto envueltos en recesiones tan duras como muchas partes de Europa, la única diferencia es que su malestar económico se ha traducido en niveles mucho más bajos de desarrollo relativo. Este cambio solo ha servido para fortalecer las tendencias autócratas.

Nuestro mundo está cada vez más definido por el bajo crecimiento, la baja productividad y los bajos salarios. Antes de la crisis, la mayor parte de los responsables políticos creía que esto era imposible, y por tanto no habían pensado en una respuesta apropiada. Las declaraciones de Alan Greenspan en 2008 en el Congreso de Estados Unidos son ilustrativas: la crisis bancaria había dejado al expresidente de la Reserva Federal en un estado de «conmoción incrédula» y «angustiado» por unos hechos que antes creía imposibles.

Aunque el neoliberalismo, puesto en marcha con los gobiernos de Thatcher y Reagan, condujo a mayores tasas de desempleo y un crecimiento menor de los salarios, durante más de una generación esto quedó mitigado por el acceso a bienes y servicios más baratos —mediante la relocalización de la producción en países con salarios más bajos—, por la subida de los precios de los activos, especialmente la vivienda, y por el acceso a hipotecas y créditos baratos. Además de servir para extender una sensación de mejora material del nivel de vida, se construyó así la base

económica de un mundo que no tenía alternativa. ¿Cómo puedes estar *realmente* enfadado con nada si tienes tarjetas de crédito y los aparatos electrónicos están más baratos que nunca? E incluso si lo estás ¿qué elección tienes una vez que te has ganado la participación en el sistema mediante una vivienda en propiedad? Ahora, con estos pilares en retroceso, las élites tienen que hacer una oferta en positivo para lo que está por venir. Lo que sabemos seguro es que el *statu quo* no puede aguantar. No hay consenso social para mantener un sistema que, según todos los medidores, va hacia atrás.

Todo esto explica el resurgimiento de las políticas radicales, tanto en la izquierda como en la derecha, en los últimos años. Debido a que los sucesos de 2008 fueron un shock incluso para los que estaban fuera del sistema, nadie fue capaz de tomar ventaja de esa oportunidad histórica de forma inmediata. Sin embargo, eso cambió poco a poco, a medida que lo que antes era impensable se volvía corriente. En las elecciones al Parlamento europeo de 2009, la extrema derecha logró avances impresionantes en todo el continente gracias al amplio apoyo que tuvieron partidos como el UKIP, el Frente Nacional francés o incluso el Partido Nacional Británico. Los resultados de este último produjeron un impacto enorme: un partido conectado históricamente con el movimiento nazi había conseguido un millón de votos y dos europarlamentarios. Por otro lado, durante algunos años las energías de la izquierda se habían limitado a las calles —como el movimiento estudiantil británico en 2010 o los indignados españoles—, pero finalmente también se tradujeron en éxitos en las urnas. España ofrece la expresión inicial más obvia de ello con la emergencia de un nuevo partido, Podemos, que consiguió cinco eurodiputados en 2014 solo unos meses después de haberse

formado, y que se situó como tercer partido más votado en las elecciones generales del año siguiente.

Pero antes de eso, en enero de 2015, Syriza, una coalición de grupos de izquierda que hasta entonces habían sido insignificantes, consiguió la mayoría parlamentaria en las elecciones generales griegas. Después de acordar ser el socio principal de una coalición más amplia, formaron gobierno y se convirtieron en el primer partido de izquierda radical en conseguirlo en una democracia occidental desde la Segunda Guerra Mundial. Esto alimentó las esperanzas de un acuerdo entre Grecia y la Troika —formada por la Comisión Europea, el Banco Central Europeo y el Fondo Monetario Internacional—, sobre los términos del rescate previsto para ese verano. A su debido tiempo, Syriza hizo campaña por el voto para el *oxi*, desafiando las condiciones propuestas por la Troika. Para asombro generalizado, el *oxi* —«no» en griego— arrasó. Aunque la Troika se negó a cambiar su postura en las negociaciones que siguieron y aunque el gobierno griego acabó capitulando, había emergido una nueva realidad: los pasillos del poder habían dejado de estar aislados de las protestas masivas en las calles.

En Gran Bretaña, mientras tanto, el Partido Conservador ganó por primera vez desde 1992, el UKIP atrajo casi cuatro millones de votos y el Partido Nacional Escocés le quitó a los laboristas unos asombrosos cuarenta escaños en Escocia. Unos meses después, Jeremy Corbyn, que había comenzado con unas probabilidades en contra de 200 a 1, se convirtió en el líder del Partido Laborista. Sus partidarios estaban seguros de que podía cabalgar la misma ola que había llevado a partidos como Podemos o Syriza tan lejos en un periodo de tiempo tan corto.

Sin embargo, el año decisivo fue 2016, cuando la crisis que había comenzado ocho años antes tuvo su expresión política más

potente. En junio, Gran Bretaña votó para salir de la Unión Europa y en el referéndum participó más gente que en ninguna otra votación que se hubiese realizado antes en el país. Aquel parecía un momento crucial, marcado por un populismo de derechas que parecía capaz de encauzar la creciente hostilidad hacia las élites gobernantes. Como Nigel Farage, una de las cabezas visibles del movimiento pro Brexit, declaró triunfantemente aquella noche: «Esta es una victoria de la gente corriente, de la buena gente, de la gente decente... la gente que ya está harta de los banqueros».

Pero incluso el impacto del Brexit palideció en comparación con los hechos que sucedieron unos meses más tarde, cuando Donald Trump, un conocido hombre de negocios y estrella de la televisión, fue elegido presidente de Estados Unidos. Su victoria en las primarias republicanas a principios de año había causado un fuerte impacto, y el hecho de que Bernie Sanders empujase de cerca a Hillary Clinton en las primarias demócratas mostraba que las señales para que se produjera un vuelco ya estaban ahí. Que fue precisamente lo que pasó cuando Trump, en su camino a la Casa Blanca, tomó el Rust Belt, que hasta entonces había estado bajo control demócrata. El discurso inaugural del presidente electo fue una reminiscencia del de Farage, con «los hombres y mujeres olvidados del país» que nunca «volverían a estarlo».

El siguiente mes de abril, impulsada por un zeitgeist que en apariencia le daba ventaja, la nueva primera ministra Theresa May convocaba elecciones generales para consolidar el control del poder por parte de su partido. Se creía que era inevitable que los conservadores mejoraran su mayoría, y que la cuestión era cuánta distancia podían sacar. Sin embargo, de manera análoga a lo que había pasado con Trump y el Brexit, los laboristas consiguieron dar un vuelco a las previsiones con un claro mensaje de ruptura con el *statu quo*. Aunque no formaron gobierno, arrebata-

ron a los tories la mayoría, consiguieron sumar 3,5 millones de votos en el proceso y disfrutaron del mayor aumento de votos que había tenido ningún partido desde 1945. A los conservadores, con un discurso mucho más a la derecha que en las campañas de años anteriores, también les fue bien: consiguieron la mayor tasa de voto desde 1987. Gran Bretaña mostraba ahora las dos características claves del nuevo panorama político: un aumento enorme de la polarización e incertidumbre sobre si serían las políticas de la derecha o las de la izquierda las que finalmente iban a prevalecer.

Aunque puede que no compartan muchas ideas políticas, Trump, Corbyn, el Brexit, el surgimiento de Podemos, Bernie Sanders y Syriza muestran que la era del realismo capitalista ha acabado.

Sin embargo, hay una cuestión más profunda en juego, una que ha pasado desapercibida durante mucho tiempo. Aunque los hechos de los últimos años son a la vez históricos e inesperados, constituyen una respuesta a una crisis económica, la que comenzó en 2008, que por sí misma solo representa la primera etapa de un periodo prolongado de desorden global. En las próximas décadas no solo soportaremos las repercusiones del fracaso de este modelo económico en su intento por cumplir con el aumento del nivel de vida, sino también los efectos de las cinco crisis que he mencionado antes, que serán definitorios de nuestra era. Individualmente, cada una supone una amenaza potencial para nuestra forma de vida. Juntas pueden acabar con las certezas sociales y económicas de los últimos dos siglos y medio.

Pero todavía hay una capa más profunda, porque estamos tanto en una encrucijada como al borde de un precipicio. Junto a estos desafíos, también vemos los contornos de algo nuevo,

una sociedad tan distinta de la nuestra como fue la del siglo XX de la feudal, o como la civilización urbana de la vida de los cazadores-recolectores. Se basa en una tecnología cuyo desarrollo se ha estado acelerando durante décadas y que, solo ahora, está destinada a socavar los rasgos más importantes de todo lo que hasta ahora hemos creído tan inmutable como la escasez misma.

¿Su nombre? Comunismo de lujo totalmente automatizado.

2
Las tres disrupciones

La tecnología es un regalo de Dios. Después
del don de la vida, es quizá el más grande de sus dones.

Freeman Dyson

Agricultura: la Primera Disrupción

Aunque el cambio es la única constante de la historia, algunos cambios son más importantes que otros. De hecho, algunos son tan poderosos que modifican el significado mismo de lo que significa ser humano, y dejan una impronta tan profunda que las cosas nunca pueden volver a ser como eran.

En este sentido, destacan en particular dos cambios, que llamaremos *disrupciones*.

La primera disrupción sucedió hace aproximadamente 12 000 años, cuando nuestros antepasados pasaron de una vida nómada como cazadores-recolectores a asentarse y practicar la agricultura. Conocido como la revolución neolítica, este cambio, impulsado por

la innovación que supuso la domesticación de animales y plantas, produjo algo desconocido hasta entonces: un considerable excedente de comida y energía. Por primera vez en su existencia, los humanos podían empezar a pensar en el futuro y hacer planes pensando en un mundo que sería diferente del que les rodeaba. Las esferas del pensamiento abstracto y de la acción práctica se superponían cada vez más.

A lo largo de las siguientes generaciones, y debido a una modificación constante del entorno natural, estos asentamientos tuvieron cada vez más habitantes, fueron capaces de sostener densidades de población cada vez más altas. Poco a poco, surge un mundo que ya es reconocible para nosotros: el trabajo comienza a especializarse, aparece el comercio y se desarrollan tanto las artes como la administración centralizada, los sistemas de conocimiento codificados —como la escritura y las matemáticas— y varias formas de propiedad. Es en este periodo en el que el animal humano afirma su dominio sobre todos los demás, y su existencia pasa a estar cada vez más definida por su capacidad de poner en marcha tecnologías complejas e instituciones sociales sofisticadas. Todo esto se asienta sobre el cambio producido por la agricultura, que supuso el inicio de la Primera Disrupción.

Industria: la Segunda Disrupción

El segundo cambio es más reciente, y ciertamente más sencillo de ubicar en el tiempo. Lo que se conoce como la «Primera Era de la Máquina», cuyo inicio se puede situar hace unos doscientos cincuenta años, dio al mundo la Revolución Industrial. Igual que el desarrollo de la agricultura había transformado previamente la sociedad humana, la industria permitió llevar a cabo logros inimaginables tanto de creación como de destrucción.

La Segunda Disrupción fue impulsada tanto por la transformación de la energía como por los cambios en la producción. Incluso en una fecha tan tardía como 1600 —el siglo de Isaac Newton y Galileo—, las fuentes primarias de energía continuaban siendo prácticamente las mismas que en la antigüedad: agua, viento, animales y humanos. Aunque en la Europa medieval se había producido una revolución energética centrada en los molinos de viento, esta revolución había tenido una distribución desigual y había estado lejos de lograr un impacto regional, mucho menos global.

Pero todo eso cambió en los siguientes 150 años. Motores cada vez más eficientes que se alimentaban de combustibles fósiles desvincularon la producción económica del trabajo humano y animal y de energías renovables poco fiables. La tecnología de uso general en que se basó esto fue la máquina de vapor, cuya primera aplicación comercial fue el motor atmosférico de Thomas Newcomen en 1712. Sin embargo, no fue hasta las décadas finales del siglo cuando el aprovechamiento de la energía producida por el vapor resultó fundamental. Aunque el motor de vapor no era un invento nuevo, una versión mejorada diseñada por James Watt lo hizo pasar de una herramienta de uso marginal al punto central de lo que acabaría siendo la Revolución Industrial. Como había sucedido con la agricultura 12 000 años antes, supuso un vuelco tan grande que no había marcha atrás.

Las consecuencias de todo esto fueron extraordinarias. La combinación de la máquina de vapor y los combustibles fósiles reorientaron la producción de toda la industria y permitieron la creación de infraestructuras nacionales y globales como el ferrocarril y los barcos de vapor para viajes transoceánicos. En 1830, menos de dos décadas después de la invención de la locomotora, se abrió la primera vía interurbana del mundo entre Liverpool y

Manchester. Otros veinte años después de eso, en Gran Bretaña existían más de 11 000 kilómetros de líneas de ferrocarril que eran usados por más de 48 millones de personas cada año.

Aunque Gran Bretaña estuvo a la vanguardia de este cambio, la tendencia se globalizó rápidamente. Mientras en 1873 era concebible que Phileas Fogg, el protagonista del libro de Jules Verne *Vuelta al mundo en 80 días*, pudiera realizar su hazaña en menos de tres meses, el mismo viaje habría durado más de un año solo una generación antes. Esta contracción sin precedentes del tiempo y el espacio tendría profundas implicaciones para la superpotencia económica que estaba surgiendo en el mundo en ese momento, Estados Unidos. En 1874, el viaje desde Nueva York a Chicago duraba al menos tres semanas en diligencia. Una década después, el mismo viaje solo duraba tres días.

Con el auge de las redes de transporte global se internacionalizaron formas de comunicación en tiempo real. En 1865 se instaló el primer cable telegráfico entre Gran Bretaña y Estados Unidos. A principios de 1870, la misma tecnología conectó Londres y Adelaida, al otro lado del mundo. En 1871, los resultados de Derby, la prestigiosa carrera de caballos, viajaron de Londres a Calcuta en solo cinco minutos, dejando en ridículo los ochenta días del viajero de Verne. Todo esto —transporte global, electricidad, rapidez en las comunicaciones— habría sido imposible de predecir cuando Watt patentó su primer motor con Matthew Boulton un siglo antes.

Los detractores del capitalismo

Junto al surgimiento de una economía global con nuevas formas de transporte y comunicación, las tecnologías de la Segunda Disrupción afianzaron considerablemente la división del trabajo,

haciendo posible nuevas formas de abundancia. La sustitución progresiva de la energía natural por la mecánica, combinada con la apertura de los mercados y la competición global, redujo significativamente la cantidad de personas que se dedicaban al trabajo artesano y desplazó la artesanía de su posición en el centro de la experiencia humana a un lugar marginal. Quizás paradójicamente, esto hizo que hazañas antes impensables fueran algo cotidiano. Incluso Marx, un crítico radical del nuevo sistema, estaba sorprendido cuando escribió en 1848:

> La burguesía [...] ha sido la primera en mostrar cuánto podía dar de sí el trabajo del hombre. La burguesía ha producido maravillas mucho mayores que las pirámides de Egipto, los acueductos romanos y las catedrales góticas; ha acometido y dado cima a empresas mucho más grandiosas que las emigraciones de los pueblos y las cruzadas[6].

Para Marx, sin embargo, estos logros de la industria eran solo la punta del iceberg. Creía que los cambios en la tecnología, la producción y la vida social acabarían poniendo los cimientos de una sociedad completamente nueva. Esto reflejaba su visión de que la historia se desarrolla a través de una serie de ámbitos que incluyen no solo la tecnología, sino también la política y nuestras ideas y creencias sobre el mundo y sobre los demás. Igual que había sucedido 12 000 años antes con la Primera Disrupción, ahora la tecnología también había abierto la puerta a un nuevo paradigma, aunque fuéramos incapaces de crear las instituciones y las ideas apropiadas que necesitaba esta nueva era. Lograr eso fue el proyecto al que Marx dedicó toda su vida.

---

6. «El manifiesto comunista» en *Obras escogidas*. Edición y traducción a cargo de la editorial Progreso. Moscú, 1973. Pág. 114. [N. de la T.]

A diferencia del retrato que han hecho de él sus críticos, Marx solía hablar del capitalismo de forma bastante lírica. Creía que, a pesar de su capacidad de explotación, su obsesión por la innovación —junto a la creación de un mercado mundial— habían forjado las condiciones para la transformación social:

> La burguesía no puede existir sino a condición de revolucionar incesantemente los instrumentos de producción y, por consiguiente, las relaciones de producción, y con ello todas las relaciones sociales. [...] Una revolución continua en la producción, una incesante conmoción de todas las condiciones sociales, una inquietud y un movimiento constantes distinguen la época burguesa de todas las anteriores[7].

Como resultado, su conclusión es que el capitalismo, inevitablemente, «creaba a sus propios sepultureros»:

> [El capital] no puede existir sin el trabajo asalariado. El trabajo asalariado descansa exclusivamente sobre la competencia de los obreros entre sí. Los progresos de la industria, cuyo agente involuntario y pasivo es la burguesía, imponen, en vez de aislamiento de los obreros por la competencia, su unión revolucionaria por la organización[8].

Sin embargo, esto nunca sucedió. Nunca hubo una revolución que acabara con el sistema, al menos no a escala global. La razón se encuentra en que, contrariamente a lo que predijo Marx, el capitalismo puede «solucionar», tanto geográfica como tecnológicamente, los problemas que genera. La «solución geográfica» es la que sustenta la globalización contemporánea, caracterizada por la distribución global y la relocalización de la producción.

7. Op. cit. pág 114. [N. de la T.]

8. Op cit. pág 117. [N. de la T.]

Esta fue una de las medidas que adoptó la burguesía para contrarrestar el aumento de la militancia de los trabajadores en Europa y Norteamérica a finales de los sesenta del siglo XX, y constituye el transfondo de los discursos actuales sobre mercados de trabajo «competitivos» en un mundo que «corre hacia el abismo». Es también la razón de que se fabriquen más coches en México, Tailandia y Brasil que en países que antes habían dominado la industria del automóvil, como Francia, Italia y Reino Unido. Por supuesto, la solución geográfica siempre es temporal, y recientemente ha vuelto a emerger debido al aumento de los salarios en China. Una vez más vemos cómo la producción se reubica donde los salarios son más bajos y es más fácil conseguir beneficios.

La «solución tecnológica» es diferente: como dejó claro Marx, la innovación tecnológica es una característica inherente al capitalismo. Su explicación, como sería también después la de voces como Milton Friedman y Joseph Shumpeter, era que esta innovación estaba impulsada por la competencia entre capitalistas. El imperativo de la competición implicaba que los capitalistas siempre tenían que encontrar formas más baratas y eficientes de producir las mercancías —con frecuencia, sustituyendo el trabajo humano con máquinas— mientras ofrecían mejoras en los bienes y servicios que ponían a disposición de los consumidores. Este imperativo era el que había marcado la enorme expansión del ferrocarril, producido el surgimiento de la industria y guiado la innovación constante hasta la actualidad. Se convertiría en la ley de hierro del modelo económico que prevaleció desde la Segunda Disrupción: el capitalismo de mercado.

Información sin límites: la Tercera Disrupción

Esta tendencia a la innovación permanente como resultado de la competencia, a la sustitución constante del trabajo realizado

por humanos y a la maximización de la productividad llevaría en última instancia a una Tercera Disrupción, cuyas consecuencias no son menos vertiginosas que las dos que la precedieron.

Esta Tercera Disrupción ya ha comenzado, las pruebas de su inicio están por todas partes. Igual que la Segunda Disrupción, se basa en una tecnología de uso general: el transistor moderno y el circuito integrado, análogos contemporáneos del motor de vapor que Watt inventó hace dos siglos.

Mientras la Segunda Disrupción estuvo marcada por una relativa abundancia de poder motriz —carbón y petróleo en lugar de músculos y viento para mover ruedas, poleas, barcos, personas y mercancías— la característica definitoria de la Tercera Disrupción es una abundancia todavía mayor de información. Para algunos, esto indica la culminación de la Revolución Industrial, ya que señala una era en la que las máquinas son cada vez más capaces de llevar a cabo tanto tareas cognitivas como físicas.

Esta nueva situación de posescasez constituye la base de lo que se ha denominado «oferta ilimitada», algo que no se ha ceñido únicamente a la información sino también —como consecuencia de la digitalización— al trabajo. Las mejoras continuas en la potencia de los procesadores, en combinación con otras tecnologías, implican que las máquinas van a ser capaces de realizar cada vez más trabajos que, hasta ahora, eran únicamente humanos.

Como las disrupciones anteriores, este vuelco representa una transformación tanto de las fuentes de energía como del trabajo. Igual que la Primera Disrupción dependió de la energía generada por los animales, los humanos y los elementos, y la Segunda fue impulsada por la energía solar condensada en los combustibles fósiles, esta Tercera Disrupción abandona los hidrocarburos y

vuelve a las energías renovables, especialmente a la solar. Esto es en parte una respuesta a los peligros del cambio climático, pero, como sucede con otras características de la Tercera Disrupción, su tendencia a la oferta ilimitada es más profunda que una mera búsqueda de sostenibilidad. A medida que una matriz tecnológica-energética de máquinas cada vez más inteligentes, combinada con una energía progresivamente más barata y limpia, haga posible la extracción de recursos más allá de nuestro planeta, y produzca así una oferta ilimitada de materias primas, desaparecerá la escasez energética. Esto completa una cadena que permitirá a la humanidad superar por completo nuestros límites actuales.

En cierto sentido, esta abundancia está acorde con la naturaleza y con nuestro sistema solar. Aunque estamos acostumbrados a pensar que el trabajo es necesario y la energía es un recurso escaso, no hay nada en nuestro planeta que sea tan abundante como la energía del sol. En el lapso de solo noventa minutos, llega a la superficie de la Tierra suficiente energía solar como para cubrir la demanda de un año entero. Cada año, recibimos del sol el doble de la energía que seríamos capaces de obtener de todos los recursos no renovables de la Tierra combinados —carbón, petróleo, gas natural y uranio—. Aunque el aumento de la demanda global de energía puede parecer abrumador, no es nada comparado con la que puede proporcionar un reactor nuclear gigante de aproximadamente 149 millones de kilómetros.

Lo único que iguala esta enorme riqueza son los recursos minerales que están más allá de nuestro planeta, concretamente en los asteroides cercanos a la Tierra (NEA por sus siglas en inglés). Tomemos el asteroide Psique, localizado en el cinturón entre Marte y Júpiter. Con un tamaño de más de 200 kilómetros cuadrados, es uno de los más grandes de nuestro sistema solar. Compuesto de hierro, níquel y metales raros como

cobre, oro y platino, solo su contenido en hierro está valorado en unos 10000 cuatrillones de dólares, nada mal si tenemos en cuenta que el producto interior bruto de la Tierra son unos 80 trillones de dólares. Psique es único, pero muestra una cuestión clave: las posibilidades de la minería espacial —una vez que se hayan superado las barreras técnicas— son tan asombrosas como que las máquinas puedan llevar a cabo cualquier tarea o que el sol pueda mantener nuestras ciudades como hace actualmente con los bosques y los cultivos.

La biología como información

Las implicaciones que puede tener la oferta ilimitada de información van más allá de la automatización. En última instancia, encontraremos nuevas posibilidades para el mantenimiento de los sistemas biológicos del planeta, así como para alimentar y cuidar nuestros cuerpos. Y ¿por qué no? Después de todo, la vida orgánica en sí misma no es más que información codificada, aunque un poco más compleja: hay cuatro nucleobases en una doble cadena de ADN —C,G, A y T—, en lugar del código binario de ceros y unos de la información digital.

Así que, aunque los sistemas biológicos son mucho más complejos que cualquier equivalente digital, las tendencias exponenciales en los segundos mejorarán nuestro dominio sobre los primeros, que se parecerán cada vez más a un bien de información. Esto transformará nuestra relación con la salud y la esperanza de vida, por no mencionar la comida, la naturaleza y la relación con nuestros semejantes. Esto no significa que empecemos a pensar en «desmaterializar» todo esto, sino que por fin podremos entender los ritmos informativos subyacentes para superar casi cualquier enfermedad y alimentar a un mundo de casi 10000 millones de

personas mientras usamos una parte menor, en lugar de mayor, de la capacidad biológica de nuestro planeta.

Un viaje exponencial: comprender la Tercera Disrupción

Si tenemos en cuenta que el lapso de tiempo entre la Primera y la Segunda Disrupción fue de 12 000 años, parece sorprendente que la Tercera haya sucedido tan poco tiempo después del motor a vapor de Watt y el capitalismo de mercado. La explicación es simple: el ritmo de los cambios históricos se está acelerando. El principal impulsor de esta aceleración de las últimas décadas ha sido el crecimiento exponencial, en lugar de lineal, de las tendencias en áreas como el coste de recopilar, procesar, almacenar y distribuir la información digital. Son estas tendencias exponenciales las que sustentan el suministro ilimitado de información y digitalización que han hecho posible la Tercera Disrupción.

La digitalización es más que un proceso que se aplica únicamente a imágenes, películas, palabras y música: que todo esto sean ahora objetos digitales en lugar de físicos es importante, pero no debemos sobrevalorarlo. Es mucho más importante cómo la digitalización ha hecho que cantidades cada vez más grandes de conocimiento y memoria se conviertan en ceros y unos, lo que ha supuesto que la relación precio-rendimiento caiga cada año durante décadas. Esto es lo que permite que la tecnología aplicada a las cámaras actuales pueda servir para aterrizar cohetes y, cada vez más, para conducir vehículos autónomos; es lo que proporcionará a los robots una coordinación motora y una destreza equivalente a la humana; lo que permitirá que el entorno que nos rodea sepa más de nosotros, en cierto sentido, que nosotros mismos. Esto

nos permitirá incluso modificar el ADN —el componente básico de la vida— para eliminar enfermedades hereditarias y secuencias de genoma a tan bajo coste y con tanta regularidad que podremos curar el cáncer antes de que alcance la primera fase.

Convertirse en exponencial: de Ibn Khallikan a Kodak

Para comprender mejor cómo la digitalización va a dar forma a nuestro futuro, un buen sitio para empezar es la historia de cómo la fotografía se convirtió en ceros y unos y dejó de ser película de plástico.

Aunque la fotografía se generalizó con la llegada de la primera cámara producida en masa, la Brownie de Kodak del año 1900, el mundo tendría que esperar casi un siglo antes de que la misma compañía creara a su sucesora digital. Lanzada en 1991, la DCS 100 contaba con una resolución máxima de 1,3 megapíxeles y costaba originalmente 13 000 dólares (unos 23 000 dólares actuales). A pesar de que su estratosférico precio restringía su disponibilidad a instituciones de élite y ricos, el vuelco a lo digital fue decisivo. Ahora que la fotografía se había convertido en un bien digital, mostró las mismas tendencias en la caída de los costes y la mejora de la relación calidad-precio a las descritas por la ley de Moore para la informática. El resultado fue que los píxeles por dólar de las cámaras digitales comerciales se duplicaron anualmente. Además, igual que había sucedido en la informática, las tendencias exponenciales en la imagen digital aumentaron significativamente con el tiempo, lo que ha significado que la cámara de la tercera generación de iPads tenga una resolución siete veces superior a la del iPad 2. La importancia de esto va más

allá de que podamos acceder a cámaras asequibles. Las cámaras baratas y omnipresentes son una tecnología fundamental en el paso hacia una sociedad basada en la automatización y los datos.

Debido a lo poco frecuente que es en la naturaleza, el concepto de crecimiento exponencial puede ser difícil de comprender en un primer momento. Se explica con mayor claridad en el «problema del trigo y el tablero de ajedrez», planteado por primera vez por Ibn Khallikan en el siglo XIII. Algunos afirman que este «problema» fue, de hecho, un suceso histórico en el que se vieron envueltos el emperador del Imperio Gupta y el inventor del ajedrez, o de un juego similar anterior.

Supuestamente, el emperador, impresionado por la naturaleza exigente del juego que le había mostrado, le dijo a su creador que le pidiera una recompensa. La respuesta que recibió fue tan simple como complejo era el juego: «coloca un grano de arroz en el primer escaque, dos en el segundo, cuatro en el tercero y continúa así». En cada escaque debía doblar el número de granos —1, 2, 4, 8, 16, 32—, hasta llegar al último. El emperador, sorprendido por lo humilde de la petición, accedió con gusto.

Sin embargo, pronto quedó claro que el premio era mucho mayor de lo que había anticipado. Después de 32 escaques, el inventor del juego había acumulado 4 000 millones de granos de arroz, y solo estaba a la mitad del tablero. Aunque era una cantidad grande, equivalía a la cantidad producida por un campo de buen tamaño, así que aquello sirvió para colocar al inventor en una estima aún más alta por parte del emperador: al fin y al cabo, uno o dos campos de arroz era una recompensa justa por haber inventado un juego tan fascinante. Sin embargo, aquello cambió cuando en el último escaque la cifra alcanzó los 18 quintillones

de granos, una montaña más grande que el Everest y más cantidad de arroz de la que se hubiese producido nunca en la historia. El emperador, enfurecido por la temeridad de un sujeto que había pedido más riquezas de las que él nunca podría ofrecer, ordenó que lo ejecutasen.

Esta alegoría muestra los rápidos, y en ocasiones inesperados, beneficios del crecimiento exponencial, especialmente si lo comparamos con formas lineales de progreso que la mente humana está más acostumbrada a esperar. Entonces, ¿qué sucede cuando este crecimiento prodigioso ocurre en acontecimientos humanos? La respuesta puede encontrarse en la historia de la informática durante el último medio siglo.

En 1965, Gordon Moore, que después sería uno de los fundadores de Intel, escribió un artículo para *Electronics Magazine* detallando las mejoras recientes en el desarrollo de los chips electrónicos. En ese momento, el circuito más complejo solo tenía unos treinta componentes, pero los avances parecían estar acelerándose. De hecho, Moore observó que la tasa de desarrollo había crecido tan rápido que el número de transistores que se podían encajar en un circuito se había doblado anualmente desde 1959. Ese descubrimiento le hizo pensar. ¿Qué pasaría si esa misma tendencia de duplicación anual durase otra década?

Después de unos cálculos rápidos, Moore quedó impresionado por la respuesta. Sus estimaciones mostraban que, a finales de 1975, el circuito medio habría pasado de tener 30 transistores a 65000. Especuló con los tipos de tecnología que un avance de esa magnitud haría posible, e imaginó un mundo con «equipos de comunicaciones portátiles», «informática doméstica» y quizás incluso «controles automáticos para automóviles». Desafortunadamente para Moore, su predicción resultó muy inexacta. La tendencia

que describió no se mantuvo otros diez años: lleva vigente medio siglo y contando.

Cuando Moore escribió su artículo, un solo transistor abarcaba el ancho de una fibra de algodón y costaba ocho dólares a precio de hoy. Ahora, por el contrario, miles de millones de transistores se pueden comprimir en un chip del tamaño de una uña y un solo cabello humano es 10 000 veces más grueso que la próxima generación de productos de Intel. ¿Y el coste por unidad? También se desplomó: cayó a una pequeña fracción de un centavo. Ni siquiera los clichés que solemos escuchar sobre que los smartphones modernos son más complejos que los ordenadores que la NASA usó para las misiones Apolo logran transmitir fielmente el cambio radical que han experimentado los transistores en las últimas décadas.

Podemos establecer una comparación todavía más útil entre la supercomputadora ASCI Red y las consolas Playstation. La supercomputadora, construida por el gobierno estadounidense en 1996, fue la primera máquina capaz de procesar un teraflop, un trillón de cálculos de coma flotante por segundo. Con un coste de 55 millones de dólares y un tamaño de un campo de tenis, su objetivo era predecir y crear modelos de explosiones nucleares, algo que hizo con facilidad y que le permitió continuar siendo el ordenador más rápido del mundo hasta el cambio de milenio y permanecer en uso hasta una fecha tan reciente como 2005. Y, sin embargo, solo un año después, los usuarios de Playstation 3 tenían disponible esa misma capacidad de procesamiento en una consola que solo costaba 600 dólares. La Playstation 4, lanzada en 2013, era dos veces más potente que su predecesora y que el ASCI Red. Su precio era de solo 400 dólares, una cienmilésima parte de lo que había costado el superordenador más potente del mundo solo dos décadas antes.

Una tasa de desarrollo tan rápida solo es posible porque las mejoras en la velocidad de procesamiento han experimentado un crecimiento exponencial en lugar de lineal en los últimos sesenta años. Esta cualidad, observada por primera vez en la informática por Moore, es la que está impulsando a la Tercera Disrupción mucho más rápido de lo que muchos creían posible. Sus consecuencias van mucho más allá de los videojuegos.

Aunque los avances en el último medio siglo han sido vertiginosos, la parábola de los granos de arroz y el tablero de ajedrez sigue siendo instructiva. Si la tendencia continúa otras seis décadas, los resultados —como el montón de arroz más grande que el Everest— están más allá de nuestra capacidad de comprensión. Si ese campo de arroz a mitad del tablero representa las comunicaciones a tiempo real y los millones de robots industriales, entonces ¿cuál es la montaña?

¿Puede continuar la ley de Moore?

La capacidad para generar cambios de la ley de Moore, si continúa vigente, es indiscutible. La cuestión clave, entonces, es saber cuánto puede durar. En 2015, investigadores de Intel previeron que se prolongaría otros diez años, aunque, según los estándares de una trayectoria que ya tiene más de cinco décadas, eso difícilmente se puede considerar optimista. Un año después, William Holt, el CEO de la compañía, se mostraba menos confiado: afirmaba que solo continuaría otros cinco años más y después, en el mejor de los casos, desaceleraría significativamente (aunque creía que era probable el progreso en otras áreas, como la eficiencia energética). Eso parecía un desafío formidable para las proyecciones más optimistas, y, si Hold tiene razón, nuestro campo de

arroz actual solo se multiplicará por cinco o seis hasta mediados de siglo. Una mejora inmensa, pero ciertamente no exponencial.

Sin embargo, diferentes Casandras han predicho el fin de la ley de Moore durante décadas. Hasta ahora, siempre se ha demostrado que estaban equivocadas y que se abrían nuevas vías de mejora siempre que parecía que se habían bloqueado las esperanzas de un avance más grande. Hasta 2004, los aumentos en la velocidad de los chips contribuyeron significativamente a que mejorara su rendimiento, pero su sobrecalentamiento actuó como límite para seguir mejorando. En respuesta, los fabricantes incorporan más núcleos de procesamiento como forma de acelerar la potencia, y ahora los procesadores pueden trabajar en diferentes operaciones de forma paralela.

Se necesitará un tipo de innovación similar para mantener la ley de Moore, incluso si continúa decreciendo ligeramente, algo que, en su defensa, Holt contemplaba. Aunque en la próxima década se hará imposible hacer más pequeños los transistores individuales, sencillamente por los límites físicos, las adaptaciones como los circuitos 3D o la computación cuántica —dos conceptos ya demostrados— pueden hacer que el crecimiento exponencial continúe. Quizás más allá incluso del último escaque del tablero.

Más que procesadores

Debido a que la digitalización es un fenómeno general, no son simplemente los chips informáticos los que han estado sujetos a esta increíble transformación. Se observa una tendencia similar en el ancho de banda de internet, cuya capacidad ha crecido entre un 25 y un 50 % anual desde 1983. Lo mismo sucede con el almacenamiento de datos, que también ha disfrutado de una

función exponencial en la ratio coste-capacidad: el gigabyte de almacenamiento ha caído de los 200000 dólares en 1980 a los 0,03 en 2014.

Sin embargo, los avances en la capacidad de almacenamiento han empezado a frenarse más que en ninguna otra área. Incluso si la grabación magnética en 3D de Toshiba —que supone que un cabezal magnético escriba y lea datos en capas superpuestas usando microondas— se puede comercializar, implicaría una capacidad de almacenamiento máxima de cientos de terabytes. De nuevo, puede parecer impresionante, pero ciertamente no es exponencial.

Sin embargo, aunque es posible que se necesite un cambio de paradigma en el almacenamiento digital, lo que podría ralentizar el progreso en el corto plazo, puede que no signifique demasiado en la imagen de conjunto. A pesar de lo impresionante que es, sabemos que, comparado con el almacenaje de datos del ADN —que puede ser un límite hipotético— apenas hemos comenzado a arañar la superficie. Aunque ese tipo de tecnología no va a ser incorporada a nuestros portátiles pronto, su potencial es alucinante: un solo gramo de ADN humano es capaz de almacenar 215 petabytes (215 millones de gigabytes) de información. Esto no es simple especulación: los humanos han sido capaces de almacenar datos en forma de ADN desde 2012, cuando los genetistas de la universidad de Harvard codificaron un libro de 52000 palabras usando fibras del alfabeto de cuatro letras del ADN, —A, G, T y C—, para codificar los ceros y los unos del archivo digital.

Aunque no parece que ese avance vaya a tener aplicaciones en un futuro cercano, aquí tampoco es conveniente descartar la posibilidad de ir mucho más allá de los escaques finales del tablero, tanto en ancho de banda y almacenamiento como en velocidad de procesamiento. Parece cada vez más razonable suponer que

las principales limitaciones al avance de la física son las leyes de la física. Por ahora, están muy lejos.

El poder de la experiencia

En el contexto de la Tercera Disrupción, el cambio no tiene que ser exponencial para resultar transformador. En la misma época en la que Gordon Moore hacía su predicción sobre el futuro de la informática, Bruce Henderson, fundador del Boston Consulting Group, desarrolló un concepto que pasó a conocerse como la curva de Henderson (más recientemente la curva de experiencia). Basada en las observaciones que realizó mientras trabajaba con sus clientes, pronto lo convirtió en un modelo predictivo sofisticado, que describe cómo el coste de un bien manufacturado desciende hasta un 20 % cada vez que se duplica el volumen de producción. Las variables que explican este comportamiento son relativamente simples, van desde una mayor eficiencia laboral hasta las mejoras en el diseño del producto. Aunque la curva de experiencia no ofrece la misma transformación rápida que se observa en la mejora exponencial de las tecnologías digitales, su dividendo es de una importancia crucial para el suministro ilimitado, especialmente cuando se trata de energías renovables.

Eso se debe a que el área más importante en la que se ve funcionar la curva de experiencia es en el precio de las células fotovoltaicas, la electrónica de consumo fundamental para producir energía solar. Aquí el avance correlaciona casi perfectamente con lo que Henderson predijo: en los últimos sesenta años, el coste de las células ha caído un 20 % cada vez que se ha doblado la producción. Cuando la tecnología apareció por primera vez en el satélite de la NASA Vanguard 1, cada panel era capaz de generar un máximo de medio vatio de energía con un coste de muchos

miles de dólares. Para mediados de los años setenta, esa cifra se había reducido drásticamente a 100 dólares por vatio, todavía no competitiva con los combustibles fósiles pero impresionante de todos modos. Sin embargo, para 2016, la relación precio-rendimiento de la energía solar se había transformado y tenía un coste de solo cincuenta céntimos por vatio de energía, lo que la convertía en una buena alternativa a los combustibles fósiles en países con abundante luz solar.

Pocos dudan de que esta tendencia continuará, y con la energía solar global duplicándose cada dos años —aumentó un 100 % entre 2004 y 2014—, parece haberse establecido un círculo virtuoso entre su creciente capacidad y la caída constante de los precios. Como sucedía con la ley de Moore, la cuestión clave es cuánto va a durar esta tendencia.

Lo que sabemos seguro es que, en principio, la energía solar es más que capaz de satisfacer las crecientes necesidades energéticas del planeta. Teniendo en cuenta que cada noventa minutos llega a la Tierra la misma cantidad de energía potencial que lo que la humanidad consume en un año, incluso si se doblase la demanda en las próximas décadas la energía solar seguiría siendo no solo el medio más ecológico de proporcionar energía al mundo, sino también el más barato.

Afortunadamente, los mismos cambios que se han producido en la relación precio-rendimiento de las células fotovoltaicas también se aplican a la tecnología más extendida para el almacenaje de energía renovable: las baterías de iones de litio. Las recientes caídas de sus precios refuerzan la conclusión de que se trata de cuándo, y no de si, el mundo transicionará a las energías renovables.

De la crisis a la utopía

El nuestro es un mundo finito marcado por las restricciones. En gran medida, estas restricciones definen las cinco crisis que determinarán de forma radical el curso del próximo siglo.

Juntas, estas crisis —que abarcan el cambio climático, la escasez de recursos, el aumento de la población, el envejecimiento y desempleo producido por la automatización— están destinadas a socavar la capacidad del capitalismo de reproducirse a sí mismo. Esto se debe a que pueden acabar con algunas de sus características clave, como la presunción de que va a haber crecimiento constante y recursos infinitos, el hecho de que la producción se destine a generar beneficios en el mercado o la obligación de que los trabajadores tengan que vender su fuerza de trabajo.

En 1984, el futurólogo Stewart Brand dijo la frase, ya convertida en icónica, de que «la información quiere ser gratuita». Más tarde, aclaró lo que significaba, diciendo:

> Por un lado, la información quiere ser cara, porque tiene mucho valor. La información adecuada en el momento adecuado te cambia la vida. Por otro lado, la información quiere ser gratuita, porque el coste de obtenerla baja cada vez más. Así que tenemos esos dos polos luchando el uno contra el otro.

Como veremos, la información es la base del valor en el capitalismo moderno, mucho más de lo que creemos. Sin embargo, las tecnologías que hay en el propio sistema económico tienden ahora paradójicamente a acabar con la escasez de información, y por tanto con su valor.

Es poco probable que Brand fuese consciente de ello en 1984, pero Marx había dicho algo similar sobre la tendencia que tenía la información a la oferta ilimitada más de un siglo antes:

> Las fuerzas de producción y las relaciones sociales —dos lados diferentes del desarrollo del individuo social— le parecen al capital meros medios, y son meros medios para que produzca sobre su limitada base. En realidad, sin embargo, son las condiciones materiales para volar por los aires esta base[9].

Más de tres décadas después de que Brand lanzase su elegante observación, sabemos que tenía razón: la caída libre del coste de la información muestra que quiere ser gratuita. Pero a mediados de este siglo va a quedar cada vez más claro que esto también se extiende al trabajo, la energía y los recursos. Esto constituye la base para un conjunto diferente de parámetros sociales respaldados por cambios que ya podemos observar a nuestro alrededor: un mundo más allá del empleo, los beneficios e incluso la escasez.

9. *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (Grundrisse) 1. 1857—1858*. Traducción y edición a cargo de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scaron. Siglo XXI, 2007. Pág. 177. [N. de la T.]

3

¿Qué es el comunismo de lujo totalmente automatizado?

El objetivo del futuro es el pleno desempleo,
para que podamos divertirnos.

Arthur C. Clarke

¿Por qué un comunismo de lujo totalmente Automatizado?

¿Por qué hablar de un comunismo de lujo totalmente automatizado? ¿Por qué esas palabras y en ese orden? Después de todo, muchos ven el comunismo como un experimento fallido del siglo XX que no merece nuestra atención salvo para aprender de sus errores. Algunos quizá admitan que el capitalismo tiene muchos defectos, y que es posible que acabe algún día, pero seguramente dirán que no sería un avance que el comunismo lo sustituyese.

Aunque es cierto que un buen número de proyectos políticos se han calificado a sí mismos de comunistas en el último siglo, esa definición no fue precisa ni —como veremos más adelante— tecnológicamente posible. En aras de la precisión, la palabra «comunismo» se usa aquí para referirnos a una sociedad en la que se ha eliminado el empleo asalariado, la escasez ha sido sustituida por la abundancia y el trabajo y el ocio se mezclan entre sí. Dadas las posibilidades que surgen de la Tercera Disrupción, con la aparición de una oferta ilimitada de información, trabajo, energía y recursos, debemos ver el comunismo no solo como una idea adecuada para nuestro tiempo sino imposible hasta ahora. El CLTA no contribuye a afianzar las tendencias de la Tercera Disrupción, sino a acabar con ellas.

Si queremos.

El futuro shock de 1858

Independientemente de lo que la gente asocie con la palabra «comunismo», ese término está ligado a una persona en concreto: Karl Marx. Fue él quien afirmó ver los contornos de un mundo nuevo justo en el momento en que el capitalismo industrial estaba en su máximo esplendor.

Esto no quiere decir que Marx fuese el único que creyese en el fin del capitalismo o en su transformación en otra cosa. De hecho, en esto se le unieron, entre otros, dos pensadores del siglo XX, John Maynard Keynes y Peter Drucker, que, a pesar de ser críticos con él, tenían opiniones similares sobre cómo el capitalismo podía conducir a otro sistema que lo superase. Si colocamos a Marx junto a estos dos pensadores y examinamos cómo entendían cada uno de ellos la relación de la escasez con el capitalismo

y la utopía, podemos empezar a tener una imagen más clara de lo que Marx quería decir cuando usaba la palabra «comunismo».

Un aspecto del pensamiento de Marx que sigue estando infravalorado hoy es el hecho de haber identificado la tendencia del capitalismo a sustituir progresivamente el trabajo —animal y humano, físico y cognitivo— por máquinas. En un sistema repleto de contradicciones, esta en concreto era la que lo convirtía en una fuerza potencialmente liberadora. Esto aparece expuesto con claridad en el «Fragmento sobre las máquinas», un extracto breve pero importante que aparece incluido en los *Grundrisse*. La razón por la que probablemente nunca habías oído hablar de ello, a diferencia de textos mucho más conocidos como *El manifiesto comunista* o *El capital*, es porque los *Grundrisse* permanecieron inéditos en alemán hasta 1939. Y peor aún, no fueron traducidos al inglés hasta 1973. El resultado fue que sus proféticas observaciones ejercieron poca influencia en los proyectos comunistas del siglo XX.

Eso fue una tragedia, porque en los *Grundrisse* no solo encontramos el primer análisis de cómo funciona la evolución tecnológica en el capitalismo, sino también sobre las oportunidades que crea. Como dijo de forma memorable en «Fragmentos»:

> El capital utiliza maquinaria solo en la medida en que esta permite al trabajador trabajar una mayor cantidad de horas para el capital, relacionarse con una mayor parte de su tiempo como tiempo que no le pertenece, trabajar más tiempo para otro. A través de este proceso, la cantidad de trabajo necesario para un determinado objeto se reduce al mínimo, pero solo para trabajar al máximo en el mayor número posible de estos objetos. El primer aspecto es importante, pero solo porque aquí el capital —sin querer—

> reduce el trabajo humano al mínimo. Esto redunda en un beneficio para el trabajo emancipado, y es la condición de su emancipación[10].

Marx no podría haber sido más claro: la competencia obliga a los capitalistas a innovar en la producción. Esto conduce a una experimentación permanente con los flujos de trabajo y la tecnología, con el fin de conseguir una eficiencia mayor. La lógica de la demanda en el mercado implica que los capitalistas produzcan bienes y servicios lo más baratos posible, forzándoles a reducir constantemente los costes, lo que crea a su vez un ciclo interminable de automatización que abarca tareas e incluso trabajos completos y que acaba en la sustitución de los trabajadores por máquinas. Aunque en el capitalismo esto genera cantidades enormes de sufrimiento y explotación, en otro sistema representa una oportunidad crucial.

En 1987, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos publicó un informe titulado *Technology and Unemployment* [Tecnología y desempleo]. En él, se reproducía casi palabra por palabra la crítica de Marx al cambio tecnológico dentro del capitalismo, aunque con la diferencia clave de que los autores del informe consideran ese cambio totalmente positivo:

> Históricamente, y creemos que también en el futuro, las reducciones en la cantidad de trabajo necesario por cada unidad de producción que generan las nuevas tecnologías han sido y serán compensadas por los efectos beneficiosos que tiene para el empleo la expansión de la producción total que generalmente ocurre.

Así que, aunque la producción es cada vez más eficiente y el ocio es valorado como un bien social, el incremento de la productividad

10. Op. cit. pág. 216. [N. de la T.]

no conduce a disponer de más tiempo libre, sino simplemente a la producción de más bienes y servicios. Para ser justos con los que la defienden, hay que decir que esta visión no está basada solo en la ortodoxia económica, sino también en dos siglos de observación del cambio dentro del capitalismo. La diferencia con los *Grundrisse* de Marx es que él creía que había alternativa y que solo persiguiéndola podríamos alcanzar la libertad.

Comunismo: un mundo más allá de la escasez

Aunque al columnista político medio le gusta presentar a Marx como un soñador idealista, el propio Marx expresó repetidamente su rechazo a describir cómo podría ser realmente el comunismo, a lo que se refería como «escribir recetas para las cocinas del futuro». Si bien su humildad es admirable, también resulta frustrante, porque una mente tan brillante para analizar las deficiencias del sistema emergente podría haber hecho, como mínimo, buenas sugerencias sobre lo que debía reemplazarlo. La visión de Marx, sin embargo, era que la clase trabajadora, a través de la lucha, era la única que podía llegar a soluciones concretas.

No obstante, estaba seguro de algunas de las características de la nueva sociedad. Una de ellas era que la llegada del comunismo iba a suponer el fin de la distinción entre trabajo y ocio. Y, más importante aún, que iba a significar la salida de la humanidad de lo que llamaba «el reino de la necesidad» y su entrada en el «reino de la libertad».

Pero ¿qué significa esto? Para Marx, el reino de la necesidad implicaba tener que «luchar con la naturaleza para satisfacer nuestras necesidades y mantener y reproducir la vida». En otras palabras, un mundo definido por la escasez, algo a lo que nos

hemos enfrentado desde el tiempo de nuestros antepasados homínidos. En la época de Marx esto constituía la cuestión central de la economía política clásica: ¿cómo se asignan los recursos de forma eficiente y equitativa en un mundo donde estos son limitados?

Para Marx, el reino de la necesidad era tan amplio que también incluía al socialismo. Esto se debía a que, como el capitalismo, el socialismo también estaba caracterizado por el trabajo y la escasez, si bien al ser un sistema sujeto a control democrático, estos estaban basados en la racionalización y la justicia social. Aunque ciertamente era preferible al capitalismo y algo por lo que luchar activamente, el socialismo para Marx era un paso intermedio para otra cosa: el comunismo y el reino de la libertad.

A diferencia del reino de la necesidad, el reino de la libertad no estaría marcado solo por la ausencia de conflicto económico y trabajo, sino también por una abundancia espontánea similar a la Edad de Oro de Hesíodo y Teleclеides o al Edén bíblico. Sin embargo, a diferencia de la poesía clásica griega o las escrituras religiosas, para Marx era un proyecto por el que luchar y no un pasado legendario que venerar. El reino de la abundancia no era algo que evocar o que disfrutar en la vida después de la muerte: era un proyecto político por el que luchar aquí y ahora. Era el comunismo.

A pesar de la afirmación de que Marx estaba a favor de la revolución violenta, lo cierto es que él nunca creyó que la superación del capitalismo fuera un proceso exclusivamente político, algo que se consigue simplemente cambiando unos gobernantes por otros. Ciertamente implicaba lucha de clases y que la clase trabajadora consiguiese poder político, pero también necesitaba ideas,

tecnologías y relaciones sociales nuevas. Marx creía que la clase trabajadora era la llave a la sociedad futura, pero solo porque su revolución era la única capaz de eliminar el trabajo asalariado y acabar con las diferencias de clase.

A pesar de los repetidos llamamientos a que la clase trabajadora se liberase a sí misma, Marx no creía que el trabajo nos hiciera libres, ni que una sociedad basada en el trabajo sirviese para expandir el potencial humano. Por el contrario, creía que el comunismo solo sería posible cuando el trabajo —como combinación de esfuerzos físicos y mentales con el resto del mundo— se convirtiera en una vía al autodesarrollo en lugar de un medio para la supervivencia. Para Marx esto estaba supeditado al cambio tecnológico: cuanto más se desarrollasen las fuerzas productivas, más grande sería su capacidad de ofrecer un nuevo tipo de sociedad donde el trabajo y el ocio fuesen uno:

> En la fase superior de la sociedad comunista, cuando haya desaparecido la subordinación esclavizadora del individuo a la división del trabajo, y con ello la oposición entre el trabajo mental y el físico; cuando el trabajo haya dejado de ser un medio de vida y se haya convertido en el deseo principal [...] y todas las fuerzas de la riqueza cooperativa fluyan más abundantemente, solo entonces podrá rebasarse en su totalidad el estrecho horizonte del derecho burgués y la sociedad podrá inscribir en sus estandartes: ¡De cada cual según sus capacidades, a cada cual según su necesidades![11].

Con la llegada del comunismo se desvanecerían todas las diferencias entre trabajo físico y mental, y el trabajo se convertiría en algo más similar al juego. Esto también significa una sociedad

11. *Crítica al Programa de Gotha*. Edición y traducción a cargo de Ediciones en Lenguas Extranjeras, Pekín, 1979. [N. de la T.]

con una mayor riqueza colectiva, en la que se satisfacen todos los deseos y necesidades creativas. Aquí es donde entra el concepto de lujo. En condiciones de escasez, el concepto expresa lo que está más allá de la utilidad, lo que trasciende la necesidad. Así, a medida que la información, el trabajo, la energía y los recursos son cada vez más baratos —y el trabajo asalariado y los límites del viejo mundo van quedando atrás— se hace evidente que no necesitamos únicamente satisfacer nuestras necesidades, sino hacer desaparecer los límites entre la utilidad y la belleza. El comunismo es lujoso o no es comunismo.

Poscapitalismo sin comunismo: J. M. Keynes

Marx no estuvo solo en la afirmación de que el capitalismo creaba las condiciones para una sociedad que lo superase. De hecho, se le unió el economista más influyente del siglo XX: John Maynard Keynes.

Keynes no fue de ninguna manera un radical y muchos menos un revolucionario. Sin embargo, en 1930, tras el crack de Wall Street y en el comienzo de lo que se conocería como la Gran Depresión, escribió el libelo más optimista de su era: *Las posibilidades económicas de nuestros nietos.*

En este corto y contundente ensayo, Keynes esbozó una nueva sociedad que veía no solo como deseable, sino también como inevitable. Como Marx en los *Grundrisse*, creía que un cambio de esa magnitud daría lugar a un mundo totalmente diferente del suyo, pero también un mundo que habría alcanzado su máximo grado de desarrollo:

> He llegado a la conclusión de que, suponiendo que no haya guerras importantes ni un aumento significativo de

> la población, el problema económico puede resolverse, o al menos podríamos tener al alcance su solución, en cien años. Esto implica que el problema económico no será, si miramos al futuro, un problema permanente para la humanidad [...]. Por tanto, por primera vez desde su creación, el hombre se enfrentará con su verdadero problema: cómo utilizar su libertad una vez que se haya liberado de las presiones económicas, cómo ocupar su tiempo libre, qué ciencias y combinación de intereses le atraerán más, cómo vivir sabiamente, plácidamente y bien[12].

Keynes criticó abiertamente a Marx, a pesar de que afirmaba que nunca lo había leído. Sin embargo, es posible ver paralelismos importantes entre ambos. Para Marx, el comunismo era la condición para la abundancia, para la aparición de una sociedad donde el ocio y el trabajo se disolvieran en uno y donde nuestra naturaleza se desarrollase a través del juego. Un mundo donde la escasez —o, como lo llama Keynes, «el problema económico»— sería finalmente eliminada. En 1930, Keynes especulaba sobre algo muy similar y, sorprendentemente, tuvo la suficiente confianza en sí mismo como para ponerle fecha: previó la llegada de la posescasez para una fecha tan cercana como 2030.

Más allá del desprecio declarado que profesaba Keynes a la acción política de clase que defendía Marx y que expresó en aquello de «preferir el barro a los peces», ¿qué aspecto concreto los separaba? La respuesta es la relación entre el progreso y la política. A diferencia de Marx, Keynes creía que el capitalismo evolucionaba inevitablemente hacia una mayor abundancia, lo que tenía como resultado que, con el tiempo, aumentaba la productividad y se reducía la demanda de trabajo. En *Las posibilidades económicas*

12. *Ensayos sobre intervención y liberalismo*. Traducción de Jorge Pascual. Orbis, 1986, pág. 153. [N. de la T.]

afirma que esto llevaría a una semana laboral más corta, y que las mejoras en la productividad y la tecnología beneficiarían a los trabajadores. En otras palabras, el tiempo libre estaba destinado a crecer a medida que descendiese la necesidad de trabajo.

Marx, que también había insistido en la capacidad del capitalismo para mejorar la productividad, no creía que, en el actual *statu quo*, esto beneficiase a nadie salvo a los ricos. Aunque Marx veía la misma tendencia a una potencial abundancia, creía que esta posibilidad era negada políticamente: los beneficios solo irían a la mayoría de la sociedad si tenían éxito en la lucha de clases.

La historia del siglo XX parecía confirmar que Keynes tenía razón. En las cinco décadas que siguieron a 1929, a pesar de la Gran Depresión, los salarios reales de los trabajadores industriales no cualificados crecieron un 350 % en Estados Unidos, mientras los sueldos de los trabajadores cualificados se multiplicaban por cuatro. Esto, como sabemos ahora, fue la edad dorada del capitalismo, cuando el aumento de la productividad y el elevado crecimiento condujeron al incremento de los salarios y la reducción de la jornada laboral. Ya fueras un trabajador o un empresario, tu interés racional era proteger el sistema.

Esto acabó abruptamente a principios de los setenta, cuando los salarios dejaron de estar vinculados a las mejoras de la productividad, que ahora solo alimentaban las ganancias de las élites. Este fenómeno se extendió más allá de Estados Unidos. Un informe de 2014 mostró cómo el crecimiento del salario real en Reino Unido había mantenido una tendencia a la baja en los últimos cuarenta años: los salarios habían aumentado un 2,9 % anual en los setenta y ochenta; un 1,5 % en los noventa y un 1,2 % en los 2000. Desde la crisis del 2008, ese declive gradual se ha convertido en una caída libre: los salarios reales de los hogares de Gran

Bretaña han descendido un 10,4 % entre 2007 y 2015, algo que no tiene precedentes históricos.

Esta situación, que ya es terrible, solo parece ir a peor. Tras el lanzamiento de los Presupuestos Generales en otoño de 2017, Resolution Foundation, un think tank con base en Londres, predijo que la década de los diez sería la peor para el crecimiento de los salarios en el Reino Unido desde finales del siglo XVIII. En otras palabras, Gran Bretaña se enfrentaba a un estancamiento en el nivel de vida que no se había visto desde el comienzo de la Segunda Disrupción. Aunque Keynes tenía razón en señalar que el capitalismo era capaz de crear tal abundancia que potencialmente podría dar lugar a un sistema que lo sustituyera, no predijo nada de esto.

No pensó que su visión de una sociedad que hubiese superado el capitalismo —con una alta productividad, mucha automatización y mucho ocio— era internamente contradictoria. Donde Marx veía un problema irresoluble, con un sistema basado en el trabajo y la escasez del mercado por un lado y en la abundancia por otro, Keynes vio una sucesión sencilla entre el mundo actual y el que iba a continuarle.

Cada día que pasa, especialmente desde la crisis del 2008, es más obvio que Marx tenía razón. Las cinco crisis de este siglo pueden ser, o bien una amenaza a la propia existencia de la humanidad, o bien las contracciones que den a luz a algo nuevo.

A pesar de las predicciones de Keynes, nada es inevitable.

Poscapitalismo e información: Peter Drucker

A diferencia de Marx y Keynes, Peter Drucker no era un economista político, sino un teórico de la gestión. Sin embargo, creía,

como ellos, que el capitalismo es un sistema contingente y finito con un final claro. Llamaba a ese final «poscapitalismo» y, como Marx y Keynes, creía que representaba el desarrollo completo de la modernidad.

Prácticamente al mismo tiempo que se lanzaba al público HTML, Drucker señaló cómo la información se había convertido en el principal factor de producción, por encima del trío histórico de tierra, trabajo y capital. Como escribió en 1993, «ese conocimiento se ha convertido en *el* recurso en lugar de en *otro* recurso, y es lo que hace que nuestra sociedad sea poscapitalista [...] crea nuevas dinámicas sociales. Crea nuevas dinámicas económicas. Crea nuevas políticas».

Drucker creía que la sociedad pasaba por ese tipo de restructuraciones regularmente y que la historia de Occidente mostraba una «transformación profunda» cada pocos siglos. Todo ello significaba que, en unas décadas, «la sociedad se reorganizaría a sí misma: su visión del mundo, sus valores centrales, su infraestructura social y política, sus artes, sus instituciones clave. Cincuenta años después habrá un nuevo mundo». Drucker creía que el cambio al poscapitalismo sería gracias a una transformación de ese tipo.

En la periodización de la historia que hizo Drucker, las disrupciones sucedían de forma más regular y tenían unas implicaciones de menor alcance que lo que se defiende en este ensayo. No obstante, su visión del cambio histórico, en la que las relaciones materiales de la sociedad modulan las ideas y la realidad social, se asemeja indudablemente a la de Marx. Abajo se puede leer un texto escrito por Marx a mediados del siglo XIX. Podría haber sido escrito perfectamente por Drucker a principios de los noventa:

> Al llegar a una fase determinada de desarrollo, las fuerzas productivas materiales de la sociedad entran en contradicción con las relaciones de producción existentes [...] se abre así una época de revolución social. Al cambiar la base económica se transforma, más o menos rápidamente, toda la inmensa superestructura erigida sobre ella[13].

El taylorismo y la revolución de la productividad

Para Drucker, el conocimiento, y la forma en que se aplicaba, habían cambiado significativamente con la llegada de la Revolución Industrial y el capitalismo: el conocimiento había pasado de ser un bien privado a uno público y se había convertido en algo que tenía que ver con hacer en lugar de con ser. Con el motor de vapor de Watt y la nueva sociedad que impulsó, el significado y el propósito del conocimiento habían cambiado radicalmente. A medida que se aplicaba a herramientas, procesos y productos, empezó a surgir la noción de tecnología como un campo distinto. En los años setenta del siglo XIX, la relación entre el conocimiento y la tecnología produjo lo que Drucker denominó la «revolución de la productividad».

El padre de esta revolución fue Frederick Taylor, un ingeniero industrial estadounidense pionero de la Administración Científica. Hasta Taylor, cuya vida profesional despegó en la década de los ochenta, el método científico nunca había sido aplicado al estudio del trabajo con el objetivo de maximizar la producción. Sin embargo, en unas pocas décadas esto se convirtió en un dogma, lo que produjo una expansión enorme de la productividad y una

13. *Contribución a la crítica de la economía política*, traducción de Jorge Tula, León Mames, Pedro Scaron, Miguel Murmis y José Aricó. Siglo XXI, 2008, pág. 5. [N. de la T.]

mejora de la calidad de vida del trabajador medio. Tras el surgimiento del taylorismo, al menos según Drucker, el valor provino más de aplicar más y mejor la información que del trabajo, la tierra o el capital.

De nuevo, las similitudes entre el pensamiento de Drucker y el de sus predecesores, especialmente el de Marx, son claras. Como escribió Marx en los *Grundisse*:

> Sin embargo, en la medida en que la industria se desarrolla, la creación de la riqueza real deviene cada vez menos dependiente del tiempo de trabajo y de la cantidad de trabajo utilizado que del poder de agentes que son puestos en movimiento durante el tiempo de trabajo, y cuya poderosa efectividad no está en relación alguna con el tiempo de trabajo inmediato que cuesta la producción, sino que depende más bien del nivel general del desarrollo de la ciencia y del progreso de la tecnología, o de la aplicación de esta ciencia a la producción[14].

Sorprendentemente, Marx también añade cómo esto socava la posición del trabajo como el factor de producción más importante:

> El trabajador ya no introduce el objeto natural modificado, como eslabón intermedio, entre la cosa y sí mismo, sino que inserta el proceso natural, al que transforma en industrial, como medio entre sí mismo y la naturaleza inorgánica, a la que domina. Se presenta al lado del proceso de producción, en lugar de ser su agente principal[15].

Igual que Drucker, Marx creía que esta tensión entre la transformación del conocimiento en un factor central de la producción

---

14. *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política. Grundrisse 2. 1857—1858.* Traducción y edición a cargo de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scaron. Siglo XXI, 2007. Pág. 90. [N. de la T.]

15. Op. cit. pág. 90. [N. de la T.]

y un sistema económico construido sobre el trabajo implicaba inevitablemente un cambio. Para él, el resultado inevitable era el conflicto, ya que lo nuevo solo sería capaz de sustituir a lo viejo como resultado de la lucha de clases. Según Marx, incluso con la maquinaria más desarrollada, el trabajador podría ser obligado a «trabajar más que un salvaje, o más que lo que él mismo habría trabajado con herramientas más simples y rudimentarias». La tecnología transformaba el trabajo, y podía mejorar la vida de la gente, pero solo si iba acompañado de las políticas adecuadas.

Para Drucker, sin embargo, la transformación no se había detenido con Taylor. Observó que el conocimiento había ido teniendo un rol cada vez más central a medida que el capitalismo iba cambiando durante el siglo XX. Así, si después de los años ochenta del siglo XIX se había vivido una «revolución de la productividad» y las décadas que siguieron a 1945 vieron una «revolución de la gestión», era en la «revolución de la información» actual donde Drucker creía que la producción se basaría cada vez más en la «aplicación del conocimiento al conocimiento». Aunque el conocimiento siempre había sido importante —después de todo, la esencia de la Primera Disrupción residió en dominar la información contenida en los cultivos y los animales a través de la cría selectiva—, con el auge de la digitalización y las tecnologías de la información, Drucker creía que este proceso estaba alcanzando una especie de punto final, en el que el trabajo, la tierra y el capital serían relegados definitivamente como factores de producción.

En Marx, Keynes y Drucker nos encontramos tres futuros, cada uno de los cuales articula una sociedad en la que la superación del capitalismo solo es posible mediante su total desarrollo.

Si bien parecía lo contrario durante buena parte del siglo pasado, ahora vemos que, en lo que respecta al descenso en el nivel de vida y a pesar de la mejora de la productividad, Marx tenía razón y Keynes estaba equivocado. El cambio tecnológico nos puede llevar potencialmente a la abundancia, como Keynes predijo tan valientemente en 1930, pero solo si va acompañado de las políticas adecuadas. ¿Y Drucker? Lo que él entendió correctamente es que el valor estaría localizado cada vez más en la información.

Pero lo que ninguno de los tres describió claramente es la forma concreta en que este nuevo modo de producción se iría entretejiendo en la trama del presente. Sorprendentemente, la persona que lo hizo — casi sin darse cuenta— se convertiría después en el economista jefe del Banco Mundial. Su nombre es Paul Romer.

La información quiere ser gratuita. En serio.

En 1990, con solo 35 años, Romer fue autor de un artículo académico bastante reconocido hoy que llevaba por título «Cambio tecnológico endógeno». En él cristalizaba de forma efectiva lo que Drucker escribió solo unos años después, poniendo de relieve la importancia crítica que estaba empezando a tener el conocimiento para el crecimiento económico.

La comprensión de las variables que correlacionan con el crecimiento obsesiona desde hace mucho a los economistas, principalmente porque evaluar los cofactores del crecimiento permite saber qué los causó —tasas de ahorro, crecimiento de la población, aumento de los salarios— y aplicar ingeniería inversa para crear una receta para la prosperidad. Antes del artículo de Romer, se presuponía que el cambio tecnológico era algo exógeno, una variable externa y constante similar a una especie de ruido de fondo y, por tanto, sin importancia. Pero Romer no estaba de acuer-

do. Afirmaba que, dado que son las fuerzas del mercado las que impulsan la innovación, el cambio tecnológico debe entenderse como un importante impulsor del desarrollo capitalista. La pregunta era cómo funcionaba y qué consecuencias tenía.

Romer definía el cambio tecnológico como «una mejora en las instrucciones para combinar materias primas». Así, el cambio tecnológico era, quizá contraintuitivamente, inmaterial: nada más que una forma mejor de organizar la información previa. «Las instrucciones para trabajar con las materias primas son inherentemente diferentes de otros bienes económicos», concluyó Romer. Con el tiempo, a medida que se desarrollaba la tecnología, el valor surgía cada vez más de las instrucciones para manejar esas materias primas y no tanto de las materias primas en sí mismas.

Solo había un problema. Lo que se identificaba ahora como el aspecto más valioso de la mercancía podía ser también —al menos tecnológicamente— replicado de forma infinita a un coste cercano a cero: «una vez que se ha incurrido en el costo de crear un nuevo tipo de instrucciones, estas pueden ser usadas en múltiples ocasiones sin costes adicionales. El desarrollo de instrucciones nuevas y mejoradas es equivalente a incurrir en un coste fijo». Romer no mencionaba el movimiento hacker, pero esto comenzaba a sonar sorprendentemente similar a la conclusión a la que Stewart Brand había llegado seis años antes sobre que «la información quiere ser gratuita».

Esta contradicción era especialmente significativa para el capitalismo de mercado. Como escribirían Larry Summers y J. Bradford DeLong en agosto de 2001, solo un mes después de que fuera tumbado Napster, un servicio que permitía compartir archivos, «la condición fundamental para la eficiencia económica [...] es que el precio sea igual al coste marginal». Continuaban: «con los bienes de la información, los costes marginales y sociales

de la distribución son casi cero». Esto era verdad no solo para las películas, los libros o los artículos académicos, sino también para el diseño de un robot industrial o de un medicamento. De hecho, como quedará claro en el siguiente capítulo, es cierto incluso para sectores más amplios de la economía. Ahí radica la paradoja del capitalismo, un sistema en el que las cosas se producen para el intercambio y el beneficio.

> Si los bienes de información se distribuyen al coste marginal de su producción —cero— no pueden ser creados y producidos por firmas empresariales que usen las ganancias obtenidas de las ventas a los consumidores para cubrir sus costes. Si se crean y distribuyen bienes de información [...] las compañías deben ser capaces de anticiparse vendiendo a alguien sus productos para obtener beneficios.

Sorprendentemente, dos de los economistas más prestigiosos del mundo estaban admitiendo una gran verdad: el mecanismo de precios no funcionaba para la parte más valiosa de la mercancía, sus instrucciones. La economía, obsesionada durante mucho tiempo con cómo gestionar la escasez, comenzaba a vislumbrar algo más allá. El único problema es que esto rompía el sistema de incentivos por el que se supone que las personas crean cosas en el capitalismo: el beneficio económico.

La solución que propusieron —la exclusividad y la creación de escasez de forma artificial— era superficial pero reveladora. Esto se lograría creando sistemas cerrados de forma voluntaria (como intentaría conseguir Apple más tarde con sus productos), cambiando las leyes de copyright y promocionando de forma activa los monopolios, algo que antes se veía como contrario a un funcionamiento adecuado y sano de los mercados. Summers y DeLong lo admitieron cuando escribieron:

> El poder monopolístico temporal y los beneficios son la recompensa que se necesita para estimular a las empresas privadas [...] la forma adecuada para pensar este complejo conjunto de asuntos no está clara, pero sí que el paradigma competitivo no es del todo apropiado[...] todavía no sabemos qué paradigma lo sustituirá.

Casi dos décadas más tarde nadie ha sido capaz todavía de responder a esa pregunta. Hasta ahora.

II
NUEVOS VIAJEROS

Pues si cada uno de los instrumentos pudiera cumplir por sí mismo su cometido obedeciendo órdenes o anticipándose a ellas, si, como cuentan de las estatuas de Dédalo o de los trípodes de Hefesto, de los que dice el poeta que *entraban por sí solos en la asamblea de los dioses*, las lanzaderas tejieran por sí mismas y los arcos tocaran solos la cítara, los constructores no necesitarían operarios ni los amos esclavos[16].

Aristóteles

16. *La Política*, traducción de Manuela García Valdés. Gredos, 1988. Pág. 55. [N. de la T.]

4

Plena automatización: posescasez en el trabajo

La productividad es para los robots.

Kevin Kelly

Cuando el capital se convierte en trabajo

En 2011, el *Economist*, que se publica desde 1843, hizo una pregunta a sus lectores: «¿Qué ocurrirá cuando [...] las máquinas sean lo suficientemente inteligentes para convertirse en trabajadores? En otras palabras, ¿qué pasará cuando el capital se convierta en trabajo?».

Aunque los gigantes de la economía política clásica, como Adam Smith o David Ricardo, no creían que la sociedad capitalista estuviese definida por el conflicto entre clases, suponían que el trabajo siempre sería distinto del «stock de capital» y que los trabajadores nunca se igualarían a los bienes que se utilizaban en la producción, como la maquinaria, las herramientas o las instalaciones.

Casi 250 años después de que Adam Smith escribiese *La riqueza de las naciones*, la publicación más comprometida con la defensa de su legado dudaba de si una de las premisas centrales de su pensamiento iba a estar vigente mucho más tiempo. Esa duda se encuentra en el núcleo central de lo que implica la Tercera Disrupción. Si el capital puede convertirse en trabajo —si las herramientas producidas por los humanos pueden realizar cualquier tarea y completarla—, entonces, en un sistema de mercado, se hunde el precio que un trabajador puede pedir por su tiempo.

Esto traería varios problemas, entre ellos una inmediata bajada del consumo. La relación de este problema con la automatización está bien expresado en un encuentro contado en el artículo del *Economist*, que supuestamente tuvo lugar en los años cincuenta entre Henry Ford II y Walter Reuther, líder del sindicato se los trabajadores del automóvil. Ford había invitado a Reuther a una de las fábricas recién construidas de la compañía, y le preguntó cuántas máquinas pagarían su cuota sindical. La respuesta de Reuther fue inmediata: «Henry, ¿cómo vas a conseguir que compren tus coches?».

Esta conversación entre Ford y Reuther, tanto si sucedió como si no, muestra la paradoja central del futuro del capitalismo. Aunque Ford quería eliminar por completo a los trabajadores de la producción para ahorrar dinero, también quería mantener la demanda de los productos de su empresa, fabricados ahora de una forma más eficiente que nunca. Dicho de forma simple, Ford quería empleados baratos pero consumidores ricos, algo que simplemente es imposible.

Su abuelo, el primer Henry Ford, lo sabía bien. En 1914 había conmocionado a la industria anunciando que iba a doblar el salario de los empleados de su empresa, hasta alcanzar los cinco dólares diarios. Detrás de esa decisión estaba la presión que creaba

la alta rotación de los empleados, con la que Ford creía necesario acabar debido al alto coste que tenía formar constantemente a nuevos trabajadores. Muchos contemporáneos de Ford afirmaron que el salario de cinco dólares, que no era comparable al de ningún otro sitio, era simplemente una maniobra publicitaria, pero otros señalaron que respondía a un cambio de percepción en la compañía: los salarios elevados no solo se necesitaban para retener a la plantilla, sino también para asegurar que las personas que hacían los coches pudiesen comprarlos.

Esta segunda interpretación es la que ha resultado más acertada con el paso del tiempo. Hoy parece innegable que Ford intuyó que las industrias basadas en el consumo masivo, como la embrionaria industria del automóvil, requieren que la gente corriente disfrute del ocio tanto como soporta el trabajo. Esto explicaría también por qué Ford apoyó la jornada de ocho horas y de cinco días a la semana: en 1926 escribió que «ya es hora de que nos demos cuenta de que el ocio para los trabajadores no es tiempo perdido o un privilegio de clase».

Estas palabras ilustran a la perfección la forma en que se veía a sí mismo el capitalismo del siglo XX: si funcionaba correctamente, el sistema permitía a los empleados comprar los bienes y servicios que habían creado con su trabajo. Esto proporcionaba la base para un pacto entre clases construido sobre el aumento de la productividad, que permitía que los ricos se llevasen los beneficios y los demás viesen mejorar progresivamente su nivel de vida.

Durante mucho tiempo pareció que esto funcionaba, y las mejoras en la productividad se tradujeron en un aumento de los salarios y en una abundancia cada vez más extendida. La respuesta de Reuther parecía excesivamente pesimista, lo que hubiese dicho alguien que tuviese un sesgo político en contra del cambio

tecnológico. Sin embargo, todavía hoy, como la pregunta retórica del *Economist* dejó claro, es una de las preguntas clave sobre el futuro. Nadie, al menos hasta ahora, tenía una respuesta definitiva.

El pico del estiércol

La Primera Disrupción comenzó alrededor del 10.000 a.C., cuando el *Homo sapiens*, probablemente en algún lugar entre el mar Mediterráneo y el golfo Pérsico, empezó a construir un mundo marcado por la agricultura, el asentamiento y el excedente. En lugar de confiar únicamente en la capacidad de sus propios cuerpos, los humanos comenzaron a utilizar a los animales domésticos mientras desarrollaban formas cada vez más complejas de organización social que permitieron la aparición de la esclavitud y la jerarquía y el surgimiento de las primeras tecnologías energéticas. Sin embargo, por debajo de este prometeico cambio, el disruptor principal fue un nuevo dominio de la biología, que surgió del conocimiento recién adquirido sobre cómo criar para reproducir rasgos específicos y cómo reprogramar elementos del entorno natural. A su manera, esto fue una revolución en la información, aunque los mecanismos subyacentes no se conociesen hasta mediados del siglo XIX.

Tras la Primera Disrupción, el trabajo físico fue realizado cada vez más por nuevas combinaciones de trabajo humano y animal y por la fuerza de los elementos. Para el siglo XII, los molinos de viento y de agua eran muy comunes por toda Europa. Se trataba de un mundo en el que la fuerza motriz era abrumadoramente orgánica: bueyes para el campo, caballos para viajar, movimiento humano para los telares, e incluso una raza especial de perros —los turnspit— para dar vueltas a la carne mientras se asaba.

En un mundo donde no existían formas de concentrar la energía ni se podía producir una cantidad significativa de energía mecánica, el cambio era lento, y los tumultos políticos y las recesiones económicas a menudo suponían reveses en el desarrollo tecnológico. La mayoría de los europeos no beberían agua tan limpia como la que se podía encontrar en la antigua Roma hasta el siglo XX, y ninguna ciudad alcanzó su escala e importancia hasta el Londres de principios del XIX.

Así fueron las cosas hasta la aparición de la Segunda Disrupción, que supuso la aparición no solo de un nuevo paradigma en el trabajo y la producción, sino también en la energía. Los combustibles fósiles —abundantes, potentes y fiables— reemplazaron a la fuerza de los humanos y los animales y transformaron el mundo en cuestión de décadas. Como todas las grandes transformaciones, este cambio tuvo sus propias víctimas, que fueron mucho más allá de los perros tunrspit. Además, la línea entre la crisis y la oportunidad no siempre está clara, y, como las características del nuevo mundo chocaban con las certezas del viejo, era fácil confundir el progreso con la decadencia.

Podemos encontrar un excelente ejemplo de ello en el Londres de finales del siglo XIX. En 1894 la capital británica, en ese momento la ciudad más grande del mundo, se enfrentó a una crisis de proporciones épicas. Tras sobrevivir durante casi un milenio a amenazas de invasión, desde la Armada Invencible al ejército de Napoleón, un enemigo inesperado ponía ahora en peligro a la ciudad: la mierda de caballo. La «crisis del estiércol», como la llamó *The Times* ese año, asustó a los londinenses, que temían que su ciudad acabara tan cubierta de heces que pareciese los canales de Venecia. La amenaza llevaba tiempo gestándose. Durante el siglo anterior, la población de Londres se había cuadruplicado y la ciudad no tenía rival en la industria, la complejidad social o la

extensión geográfica: hasta principios de los años veinte, Nueva York no superaría a Londres en cada uno de estos ámbitos.

Este éxito fue lo que precipitó la crisis de 1894. Londres estaba a la vanguardia de las dinámicas producidas por la Segunda Disrupción, especialmente en el crecimiento de la población: morían menos bebés y niños y la esperanza de vida había comenzado a crecer. Esto, unido a la rápida urbanización, empezó a crear problemas estructurales en la vivienda, el transporte y la sanidad.

Pero, aunque la Segunda Disrupción implicaba más población, más comercio y más trabajo, continuaba utilizándose algo que había resultado una herramienta tecnológica esencial en la era anterior a la máquina de vapor: el caballo. En una fecha tan tardía como los años noventa del siglo XIX, cuando algunas calles de Londres ya contaban con alumbrado eléctrico, había alrededor de 11 000 coches de caballos en la ciudad, además de miles de autobuses de caballos, cada uno llevado por doce animales. Eso sumaba la asombrosa cifra de 55 000 caballos usados para el transporte de personas cada día, sin contar los carros de tiro que transportaban mercancías. Esa cantidad de animales, además de gran tamaño, implicaba que las calles de Londres se cubriesen de casi 700 000 kilos de estiércol todos los días.

Por ello, cuando *The Times* especulaba en 1894 sobre cómo sería la ciudad medio siglo después, concluía: «En cincuenta años, cada calle de Londres estará enterrada bajo nueve pies de estiércol». Esa conclusión parecía razonable, después de todo nunca habían existido ciudades tan grandes y parecían insostenibles. Ni siquiera una conferencia sobre estudios urbanos convocada especialmente para discutir ese tema cuatro años después consiguió llegar a ninguna conclusión.

Sin embargo, sabemos que esas predicciones nunca se cumplieron. La tecnología que había hecho posible la electricidad y el

motor de combustión interna —que ya existían cuando *The Times* publicó su obituario sobre la ciudad que lideraba la experimentación mundial en vida urbana—, permitió que los coches, los autobuses y los tranvías eléctricos reemplazaran a los carruajes y los coches de caballos. En 1912, lo que hasta entonces había parecido un problema irresoluble ya estaba solucionado. En todas las grandes ciudades, los caballos habían sido sustituidos por vehículos motorizados. Lo que parecía un problema secular solo era la resaca de la Primera Disrupción que chocaba contra las contracciones de parto de la Segunda.

El pico de los trabajadores

Aunque la Segunda Disrupción había comenzado a desarrollarse en las últimas décadas del siglo XVIII, la fecha del pronóstico de *The Times*, 1894, dejaba claro lo que tardan en permear la sociedad muchas de estas innovaciones.

Así, a pesar de que la fuerza motriz de los animales, en este caso los caballos, había caracterizado el modelo energético y tecnológico de otra era, las economías más avanzadas no alcanzaron «el pico del estiércol» hasta principios del siglo XX. Estados Unidos, que para entonces se había convertido en la economía más grande y avanzada del mundo, no alcanzaría el apogeo hasta 1915, cuando más de 26 millones de caballos vivían y trabajaban con los humanos. Sin embargo, en solo un par de décadas desaparecieron del mundo del trabajo y fueron sustituidos en muchas de sus tareas por máquinas en las que se podía confiar más, que no enfermaban y, lo más importante, que eran más productivas. Aunque pueda parecer paradójico, el pico de máxima utilización de los caballos se produjo en el mismo momento en que empezaban a quedar obsoletos.

A esta cuestión volvió en 1983 el premio nobel de economía Wassily Leontief. Para Leontief, el trabajo humano en el siglo XXI recuerda al de los caballos a principios del siglo XX. Ahora, como entonces, un aspecto clave de la creación de valor y riqueza va a quedar obsoleto:

> Los ordenadores y los robots sustituirán a los humanos en el ejercicio de tareas mentales de la misma forma que la energía mecánica los reemplazó en las tareas físicas. A medida que avanza el tiempo, las máquinas realizarán funciones mentales cada vez más complejas. [...] esto implica que el papel de los humanos como el factor de producción más importante está abocado a disminuir, de la misma forma que el papel de los caballos en la producción agrícola disminuyó primero y después desapareció con la introducción de los tractores.

Si Leontief tiene razón, muchos de los problemas que nos parecen irresolubles hoy pueden, en el transcurso de unas pocas décadas, parecerle un disparate a la siguiente generación, igual que a nosotros nos parece absurda la idea de un Londres ahogándose en excrementos.

La evidencia parece darle peso a la conclusión de Leontief, sobre todo en las manufacturas. En 1970 había alrededor de 1 000 robots industriales en todo el mundo. A principios de 2016, la cifra había alcanzado los 1,8 millones y se espera que pase los 3 en 2020. Desde 2010, el stock global de robots industriales ha crecido una media anual de más del 10 %. Este crecimiento implica que, de mantenerse la tendencia, la industria no solo dejará de crear empleos —como ya ha hecho a pesar del incremento masivo de la producción— sino que el número de ellos caerá significativamente.

El aumento de la utilización de robots industriales tiene una correlación perfecta con lo que se observa tanto en los empleos en este sector como en la producción. En las dos décadas que siguieron a la predicción de Leontief, la tecnología de la información y la robótica hicieron que la producción de la industria del acero de Estados Unidos aumentara de 75 a 125 millones de toneladas, mientras el número de trabajadores bajaba de 289 000 a 74 000. Más aún, en ese periodo en Estados Unidos se destruyeron dos millones de trabajos en la producción de bienes manufacturados debido a la automatización, alrededor del 11% de los empleos del sector.

Entre 1975 y 2005 esa tendencia continuó acelerándose: la producción de bienes manufacturados creció un 60 % mientras se destruían casi cuatro millones de empleos en el sector. La explicación es sencilla: el aumento de la productividad permitió a la industria producir más con menos. En el 2007, las fábricas americanas usaban seis veces más equipamiento, incluyendo en ello los ordenadores y el software, que veinte años antes, mientras duplicaban la cantidad de capital utilizado por hora de trabajo. Contrariamente a la creencia popular de que los empleos en la industria estadounidense se han perdido en favor de trabajadores extranjeros peor pagados, la realidad es que la mayoría de ellos han sido simplemente automatizados, sometidos a una mejora de la eficiencia.

Sorprendentemente, a las economías menos desarrolladas les va aún peor: Brasil ha perdido un 20 % de los empleos en la industria y Japón el 16 %. Quizá lo más impresionante de todo es China, que, mientras se convertía en el líder mundial en la producción industrial, destruía 16 millones de empleos en el sector. Como observaba un periódico: «aunque, por supuesto, es fácil demostrar que todavía hay mucha producción industrial, y que

esto no sucede solo en países exportadores importantes como China, la tasa de trabajadores empleados en la industria lleva bajando casi dos décadas a nivel global».

La profundidad de ese cambio es más evidente en los países que se industrializaron primero: hoy en día, en Gran Bretaña y Estados Unidos el porcentaje que representan los trabajadores industriales dentro de la fuerza de trabajo es menor que el que tuvieron en los primeros años de sus respectivas revoluciones industriales. Debido a que el proceso que hace que un aumento de la productividad en la industria lleva a una pérdida de empleos se produce en todo el mundo, algunas previsiones sostienen que, si se mantiene la tasa actual de cambio, el trabajo industrial, que en 2003 empleaba a 163 millones de personas, en 2040 apenas necesitará unos pocos millones.

El trabajo en la industria, aunque con frecuencia es más complejo de lo que muchos imaginan, es repetitivo, y, por tanto, bastante propenso a la automatización. A medida que nos aproximamos al «pico de trabajadores», es en este sector en el que —como sucedió con los caballos en las primeras décadas del siglo XX— el viejo mundo transicionará al nuevo más rápido de lo que muchos imaginan.

En el gigante tecnológico Philips, una de las compañías líderes en el mundo en la manufactura de bombillas, se puede observar una representación impresionante de los cambios que la automatización puede efectuar sobre la productividad y el empleo. Aunque la compañía tiene más de cien instalaciones en varios continentes, la planta de Drachten en los Países Bajos es el hogar de parte de la tecnología industrial más sofisticada del mundo. Allí, 128 brazos de robot hacen el mismo trabajo que centenares

de empleados en las fábricas que la compañía tiene en Zhuhai, China. Philips afirma que la productividad es diez veces mayor en la planta de Drachten, cuyos robots son tan rápidos que han tenido que colocarse pantallas de cristal para garantizar la seguridad de los pocos empleados que quedan.

Esa diferencia tan grande en los niveles de productividad, unida al continuo aumento de los salarios de los trabajadores chinos en las dos últimas décadas, implica que la automatización está comenzando a presionar a las industrias que se relocalizaron en el sur global después los años setenta. Aunque por ahora muchos de los empleos en la industria manufacturera siguen allí, los niveles de desarrollo comparativamente más bajos no van a servir de mucho. De hecho, se estima que, a partir del 2020, China va a gastar casi sesenta mil millones al año en robótica.

En 2012, Terry Gou, CEO de Foxconn, comparó al millón de empleados que tiene la compañía con animales y se quejó de que dirigirlos a todos «le daba dolor de cabeza». Eso explica en parte por qué, justo tres años después, una fábrica de Foxconn en Kunshan, China, sustituyó a 60 000 empleados por robots. En última instancia, los países del sur global no son más inmunes a las presiones de la automatización industrial que los de Europa y Norteamérica. Y, aunque China y Corea del Sur se beneficiaron de la deslocalización de la producción que tuvo lugar después de los años setenta, ahora no va a suceder lo mismo con países con un producto interior bruto más bajo, como Bangladesh e Indonesia. Esta vez, la «solución» del capital es más tecnológica que geográfica, lo que tiene implicaciones complejas para el desarrollo de los países más pobres.

El fin del trabajo masivo en la agricultura

Aunque parece que la industria navega por aguas desconocidas debido al desempleo tecnológico, lo cierto es que ya hemos vivido algo similar. De hecho, lo que la Tercera Disrupción le está haciendo actualmente a la industria es un reflejo de lo que la Segunda le hizo a la primera tecnología de la humanidad: la agricultura.

La agricultura, como hemos señalado, fue la innovación central de la Primera Disrupción, y la que permitió que se produjesen excedentes y apareciesen formas de cooperación cada vez más complejas que transformaron lo que significa ser humano. Y, aunque se pueden identificar diferentes periodos tecnológicos, como hicieron Peter Drucker y Jeremy Rifkin, en una fecha tan cercana a la nuestra como el siglo XIX el 60 % de la población de países como Italia o Francia todavía trabajaba en la agricultura. Tanto en el Imperio romano del primer siglo después de Cristo, como en la Europa de Carlomagno o la China de la dinastía Son hace mil años, el trabajador medio era un trabajador agrario, casi siempre en tierras que no eran suyas.

Hoy las cosas son bastante diferentes. Solo el 4 % de los empleos del mercado de trabajo italiano pertenecen a la agricultura, el 3 % en Francia, el 2 % en Reino Unido y el 1 % en Estados Unidos, una nación que lidera la producción mundial de leche, maíz, pollos y terneras.

En resumen, alimentamos a más gente con más comida que nunca antes en la historia, pero para ello necesitamos menos trabajo que nunca. Aunque para nosotros puede sonar trivial, en una fecha tan reciente como el siglo pasado este hecho le habría parecido completamente imposible a la mayoría.

De forma similar, a comienzos del siglo XXI era evidente que las industrias centrales de la Segunda Disrupción —como la producción de hierro y acero y la manufactura de bienes de consumo como coches y productos electrónicos— requerían menos trabajadores que nunca para producir cada vez más. Esta tendencia, efecto del aumento de la productividad, se observa ahora a escala global. Incluso en China, líder mundial con diferencia en exportación de bienes, menos de una cuarta parte del mercado de trabajo está empleada en la industria.

La suposición por defecto entre los economistas, al menos hasta hace poco, era que, igual que en su momento muchos trabajos se desplazaron de la agricultura a la industria, ahora puede pasar algo similar con los servicios. Las economías posindustriales basadas en los servicios reemplazarían así a las basadas en la manufactura. Hasta cierto punto, esta suposición se ha visto confirmada: hasta en China el sector servicios creció en relación a la industria mientras el país se convertía en la primera potencia industrial del mundo. En países como Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos, el sector servicios supone el 80 % tanto del empleo como del rendimiento económico.

Solo hay un problema con la suposición de que los servicios van a proporcionar empleo, ya sea cualificado o no, cuando la industria y la agricultura ya no lo hagan. Ha resultado que cualquier labor repetitiva, en cualquier industria, puede ser automatizada en el contexto del aumento de la digitalización. Igual que alcanzamos el «pico del estiércol» hace un siglo , cuando un paradigma se enfrentaba al otro, en una generación estaremos listos para el «pico de trabajadores».

La era de los robots

En 1997, el ordenador Deep Blue de IBM derrotó al maestro Gari Kaspárov en una serie de partidas de ajedrez, convirtiéndose en el primer ordenador en hacerlo. Aunque fue un momento icónico en el desarrollo de la historia de las máquinas y los humanos, palideció en comparación con la derrota que infringió Watson, construido también por IBM, a Ken Jennings y Brad Rutter, dos de los mejores jugadores de la historia del programa de televisión *Jeopardy!* El ajedrez es un juego excepcionalmente complejo, pero *Jeopardy!*, que requiere reconocimiento de patrones en tiempo real y pensamiento creativo, se parece más a las características asociadas con la inteligencia propiamente humana.

Poco después, Ken Jennings resumió lo que podía significar esa derrota para el trabajo de cuello blanco, que valora el reconocimiento de patrones y el pensamiento creativo, en las próximas décadas.

> Igual que los trabajos industriales fueron sustituidos en el siglo XX por los nuevos robots que se colocaron en la línea de ensamblaje, Brad y yo fuimos los primeros trabajadores de la industria del conocimiento que la nueva generación de máquinas «pensantes» dejó sin empleo. Puede que el trabajo de concursante de programas de televisión haya sido el primero que Watson ha hecho innecesario, pero no será el último.

Era una conclusión inteligente. Las máquinas habían superado antes a los humanos en cosas como el ajedrez o la resolución de problemas matemáticos —hazañas que normalmente asociamos a los genios— pero lo habían hecho por la fuerza bruta, realizando un desorbitado número de cálculos. Deep Blue evaluó doscientos millones de posiciones de ajedrez por segundo, una cantidad

colosal que fue posible gracias a la ley de Moore y al progreso exponencial. Esa tendencia ha continuado, lo que significa que hoy puedes descargar un programa de ajedrez como Houdini 6 en tu ordenador y vencería a Deep Blue en prácticamente todas las ocasiones.

Sin embargo, ha surgido una paradoja. Hemos descubierto que se requieren procesadores de más potencia para realizar tareas que históricamente hemos considerado de bajo nivel para los humanos, como la conexión entre las habilidades motoras y sensoriales, la conciencia espacial o las respuestas no anticipadas. En otras palabras, es más difícil construir una máquina que pueda lavar los platos que una que pueda resolver problemas matemáticos complejos. Esta contradicción es conocida como la paradoja de Moravec debido al investigador que la definió. Desde la perspectiva del desempleo tecnológico, fue una observación muy importante, porque mostraba que los trabajos «poco cualificados», desde la construcción a la recogida de fruta, podían ser inmunes a la automatización. Aunque las máquinas eran capaces de vencer a los grandes maestros del ajedrez y la potencia de los procesadores de los anteriores superordenadores habían sido igualados por consolas de 400 dólares, no podían subir un tramo de escaleras.

Durante un tiempo, esta paradoja pareció insuperable. Incluso a principios del siglo XXI, unos cincuenta años después del comienzo de la Tercera Disrupción, la posibilidad de construir una máquina con el equilibrio y la coordinación de un niño pequeño parecía remota.

Pero de repente lo imposible se volvió inevitable. Entra en escena Atlas, el robot que aprendió a dar una voltereta.

Las volteretas de Atlas

Si vas a Youtube y escribes «prototipo PETMAN» en la barra de búsqueda, el primer vídeo que aparece, subido en octubre de 2009, es una prueba de un robot bípedo desarrollado por la compañía Boston Dynamics, con sede en Massachusetts. De movimientos torpes y conectado a un montón de cables, PETMAN parece el hijo bastardo de un subwoofer y del protagonista de *Bambi sobre hielo*.

Ahora escribe «¿Qué hay de nuevo, Atlas?». En tu pantalla aparecerá un vídeo de otro robot creado por la misma compañía. Solo que este vídeo fue publicado a finales de 2017 y el robot no solo es capaz de andar sin cables, sino también de dar saltos y volteretas. La cosa no acaba ahí: en otros vídeos del canal de Youtube de la compañía puedes ver a Atlas haciendo footing, practicando parkour o dando tres saltos sucesivos de cuarenta centímetros cada uno sin ningún esfuerzo. Esto parece indicar que la paradoja de Moravec va a ser superada pronto, ya que las máquinas podrían igualar a los humanos en destreza y conciencia espacial antes de lo que pensamos. Es plausible que los sucesores de Atlas dentro de otros nueve años tengan el tipo de coordinación que asociamos a los patinadores de hielo, los gimnastas o los escultores.

La razón es sencilla: el progreso de PETMAN a Atlas se basa en las mejoras descritas en el segundo capítulo, es decir, en incrementos exponenciales en la relación precio-rendimiento de las tecnologías digitales, desde las cámaras y los sensores a los chips, y en la curva de experiencia que se ha producido en ámbitos como el almacenamiento de energía. Un ejemplo: hasta 2015, Atlas tenía que estar enchufado permanentemente a una toma de corriente. Ahora, con su batería de iones de litio de 3,7 kilovatios

por hora puede caminar durante aproximadamente una hora. Estas tendencias están destinadas a mantenerse.

Pero si bien los robots con movimientos similares a los de los humanos todavía no han llegado, sí hay otro tipo de máquinas que aprovecha las mismas ventajas de la digitalización y el progreso exponencial y que está a punto de transformar industrias enteras. Es la vanguardia de una transformación que significará la pérdida no solo de innumerables empleos, sino de profesiones enteras. Y, como las acrobacias de Atlas, nadie la vio venir hasta que estuvo delante de nosotros.

Vehículos autónomos

En 2002, la agencia de defensa americana DARPA anunció un «Gran Premio» para vehículos no tripulados que tendría lugar en el desierto de Mojave en la primavera de 2004. La ruta propuesta era de 240 kilómetros y el premio, para el coche que acabara primero, de un millón de dólares.

Aunque algunas de las mentes más brillantes de Estados Unidos se pusieron a ello, ninguno de los quince equipos presentes en la línea de salida pudo completar el recorrido. El «ganador», construido por la universidad Carnegie Mellon, solo fue capaz de recorrer con éxito un 5 % de la ruta. Aunque el reto era ambicioso —al fin y al cabo buscaba estirar al máximo las habilidades de los participantes— pocos pensaban que iba a acabar en ese ridículo. Un observador incluso llamó al episodio «la debacle en el desierto». Para cualquier persona razonable, la posibilidad de contar con vehículos autónomos funcionales parecía a décadas de distancia.

Sin embargo, solo seis años después, en 2010, Google anunció que sus coches autónomos «habían recorrido más de 200 000

kilómetros». Se trataba de siete vehículos de prueba que eran capaces de completar más de 1 600 kilómetros sin intervención humana, incluyendo terrenos tan difíciles como la fuerte pendiente de la calle Lombard en San Francisco. Desde entonces, otras empresas como Apple, Tesla y Uber han entrado en el juego, por no mencionar a las compañías clásicas de la industria automovilística. En 2016, Travis Kalanick, que entonces era CEO de Uber, dejó clara la importancia de los vehículos autónomos para cualquier empresa de transportes: «Debemos empezar a entender que el mundo se dirige a los vehículos autónomos sin conductor...¿qué ocurriría si no fuésemos parte de ese futuro? ¿si no fuésemos parte de la cuestión de los coches autónomos? Que el futuro nos pasaría por encima». En el espacio de solo once años, la tecnología que hace posible los vehículos autónomos ha mejorado tanto que ha pasado de ser un hito del ridículo público a influenciar los modelos de negocio de algunas de las compañías más ricas del mundo.

Así es como funcionan las tecnologías exponenciales: poco a poco al principio y luego una transformación repentina, como ha sucedido ya con los ordenadores personales, los móviles, internet y pronto también con los descendientes de Atlas. Por ahora, sin embargo, la tecnología que va a hacer pasar a los coches autónomos de ser una posibilidad de la ingeniería a un aspecto corriente de nuestra vida cotidiana aún no se ha perfeccionado.

Es importante señalar que la forma en que Google y Uber afrontan este desafío puede servir para hacernos una idea de la manera en que la automatización se puede difundir por otros sectores de la economía y eliminar empleos. La estrategia funciona más o menos así: primero compras una cantidad gigantesca de datos para que los algoritmos simulen y reproduzcan

resultados y trabajen en tareas altamente repetitivas. Después, añades aprendizaje automático que sea capaz de responder a situaciones inesperadas que surjan más allá de los datos que se consideran típicos. La combinación de estos dos pasos produce algo que puede realizar un amplio rango de trabajos, desde cirugías complejas a recogida de fruta o incluso redacción de artículos periodísticos.

Este enfoque es viable porque la capacidad de procesamiento mejora de forma constante y los paquetes de datos crecen cada segundo. Pero la naturaleza de los trabajos en el capitalismo —un conjunto de tareas en lugar del enfoque general que tenía el trabajo artesano— también juega un papel importante. Los cambios en la industria, sobre todo a partir de la década de los ochenta del siglo XIX, han reducido los trabajos a un conjunto de tareas, todas medidas y organizadas de la forma más científica posible. Sin saberlo, el proyecto de Fredrick Taylor y su revolución de la productividad —para Drucker el primer paso de la conversión de la información en el factor de producción principal— se han convertido en algo tan crucial para el pico de trabajadores como el progreso exponencial de las tecnologías digitales.

Los vehículos autónomos ofrecen un ejemplo instructivo. Para crear coches que se conduzcan solos, Uber, Tesla y Google no han generado y replicado un modelo que reproduzca cómo conducen los humanos, eso todavía no está al alcance de nuestra tecnología actual. Lo que han hecho es intentar resolver el problema dividiéndolo en un montón de operaciones y poniéndole ruedas a un sistema de procesamiento de datos. El resultado es que estos vehículos pueden circular por calles y autopistas confiando en los datos precisos de los GPS, en enormes cantidades de información proporcionada por los mapas y en un flujo continuo de actualizaciones en tiempo real sobre otros coches, obstáculos

potenciales, peatones y todas las demás variables que los conductores humanos tienen en cuenta. Todo esto es almacenado por una miríada de sensores, láseres y cámaras que procesan la información como ceros y unos.

Incluso de forma aislada, la llegada de los vehículos autónomos probablemente signifique la desaparición de profesiones enteras. En 2014, la conducción suponía unos cuatro millones de trabajos solo en Estados Unidos, y según un informe de Goldman Sachs, el país podía destruir empleo a un ritmo de 300 000 puestos de trabajo al año a medida que los vehículos autónomos se convirtieran en algo habitual. Desde la perspectiva empresarial sería completamente comprensible: vehículos logísticos funcionando veinticuatro horas al día, siete días a la semana, suponen un ahorro enorme. Y, aunque existe la tentación de decir que las máquinas no pueden ser responsables en caso de accidente, con más de 1,3 millones de muertes en carretera al año en todo el mundo y 40 000 en Estados Unidos, no pasará mucho tiempo hasta que la tecnología esté lo suficientemente avanzada como para que ese argumento pueda ser revertido. Eso sin mencionar taxis, autobuses, trenes, aviones y almacenaje. Aunque a ritmos diferentes, todos estos sectores se van a ver afectados de forma similar, y estarán completamente automatizados en poco más de una generación.

El desempleo tecnológico ya está aquí

Un estudio de 2015 del Banco de Inglaterra señaló que el cambio tecnológico, en concreto el aumento del aprendizaje automático por parte de los algoritmos de inteligencia artificial, significará la pérdida de 15 millones de empleos en Reino Unido en las próximas décadas, lo que supone un 40 % del mercado

de trabajo. El desarrollo y mantenimiento de [illegible] espacio cada vez más reducido que le quede a las [illegible] exclusivamente humanas, lo que limitaría [illegible] de que los trabajadores mejoraran sus habilidades [illegible] Un año después, el gobernador del Banco, Mark [illegible] estas previsiones diciendo que muchas formas de [illegible] podrían ser «destruidas sin piedad» por el cambio [illegible] que una de las consecuencias más graves podría ser [illegible] en la desigualdad de ingresos.

Estos descubrimientos confirmaban las conclusiones de un [illegible] forme anterior publicado por dos académicos de la Universidad de Oxford, Carl Benedikt Frey y Michael Osborne. En 2013 afirmaron que el 47 % de los trabajos en Estados Unidos estaban en «riesgo alto» de ser automatizados, y que otro 19 % estaba en un «riesgo medio». Por otro lado, Peter Sondergaard, director de investigación de la consultora Gartner, predijo que en 2015 uno de cada tres trabajos sería automatizado como resultado del surgimiento de una «superclase» de tecnologías liderada por la robótica de uso general y los algoritmos de aprendizaje automático. Finalmente, en un informe de 2016 para el Congreso, los economistas de la Casa Blanca predijeron que había un 83 % de posibilidades de que los trabajadores que ganaban menos de veinte dólares por hora fuesen sustituidos por robots en el medio plazo.

El Banco de Inglaterra, la Universidad de Oxford, una consultora especializada en tecnología global y el Congreso de los Estados Unidos no son cantos de sirena fáciles de ignorar. Representan el centro del sistema económico. Aunque no todo el mundo se pone de acuerdo en hasta qué punto la tecnología va a crear desempleo en el corto plazo, incluso las voces más conservadoras creen que el cambio inevitable está cerca.

Tomemos el ejemplo del Millenium Project. Puesto en marcha en los noventa por varias organizaciones de la ONU, ha predicho que el desempleo mundial alcanzará el 16 % en el 2030 y el 24 % a mediados de siglo. Aunque es más cauteloso que las predicciones del Banco de Inglaterra o las afirmaciones de Peter Sondergaard, una tendencia así pondría prueba todo el sistema. Se trataría de un mundo en el que 10000 millones de personas tendrían que afrontar los retos del cambio climático, el envejecimiento de la población y la escasez de recursos con tasas de desempleo similares a las que tiene Grecia actualmente, un país en el que el 50 % de paro juvenil ha dado lugar a una de las sociedades más polarizadas de Europa. No es solo que ese escenario generaría turbulencias políticas y sociales de escala planetaria sino sobre todo que, a diferencia de Grecia, no habría promesas de un futuro mejor, ni siquiera a largo plazo.

La respuesta más frecuente a todo esto es que, aunque desapareciesen los trabajos actuales, surgirán otros que los sustituirán. Después de todo, eso es lo que ha ocurrido siempre en el pasado. Sin embargo, no es cierto. El 80 % de las profesiones actuales existían hace un siglo, pero las personas empleadas en el 20 % de los empleos nuevos solo comprenden uno de cada diez trabajos. Aunque la economía global es mucho más grande ahora que en 1900, emplea a más gente y tiene más productividad por persona, los tipos de trabajo que hace casi todo el mundo —enfermeros, conductores, profesores y cajeros— no son nuevos.

La automatización realmente existente

En marzo de 2017, Amazon abrió su tienda Amazon GO en el centro de Seattle. Usando visión artificial, algoritmos de aprendizaje y una mezcla de sensores para identificar los productos

seleccionados, la compañía buscaba poner en marcha una tienda casi completamente automatizada que no tuviese cajas de cobro. Los clientes de Amazon podrían comprar los productos simplemente entrando a la tienda con sus teléfonos, eligiendo lo que quisieran y marchándose luego. Sus compras se cargarían automáticamente en sus cuentas de Amazon.

Varios meses después, Amazon adquirió Whole Foods Market por más de 3 000 millones de dólares. Aunque podría parecer una compra extraña para una compañía centrada en la venta online al por menor, la operación le proporcionaba una cadena de supermercados con la que poner en marcha Amazon GO y entrar en un mercado mundial de alimentación valorado en 800 000 millones de dólares.

La dirección de la compañía planea emplear a seis personas por turno en cada tienda Amazon GO, cuando en un supermercado estadounidense medio trabajan actualmente setenta y dos personas. Cuando se tienen en cuenta los costes laborales y la ventaja que tiene Amazon en la automatización de la logística en sus almacenes —son líderes mundiales en ello gracias a sus robots KIVA— rápidamente queda claro que la compañía puede llegar a dominar amplios sectores de la venta offline igual que hacen ya con la online. La excepción es China, donde a finales del 2017, el minorista local JD.com anunció la apertura de cientos de «tiendas sin plantilla», adelantándose a todos los demás.

Independientemente de si es Amazon o uno de sus rivales el que consiguen la ventaja inicial, la tendencia está clara. El futuro de la venta minorista, como sucede con la logística y el almacenaje, estará automatizado. Sí, seguirán existiendo algunos trabajos, pero si tienes en cuenta que dependientes y cajeros son los empleos mayoritarios en Estados Unidos —y de hecho en muchos otros países— la perspectiva da bastante miedo. Algunos dirán

que los clientes quieren una conexión emocional cuando compran, y en ciertos contextos eso puede ser cierto, pero la mayoría de las veces lo que se tiene en cuenta principalmente es conseguir el mejor producto al menor precio. Eso significa reducir los costes salariales siempre que sea posible.

En cualquier caso, sin tener en cuenta los desafíos del futuro, la industria minorista ya anticipa despidos masivos en el sector. Antes de que se anunciara siquiera Amazon GO, el Consorcio de Minoristas Británicos predijo que para el 2025 habrían desaparecido casi un tercio de los tres millones de empleos del sector, lo que significará la destrucción de 900.000 trabajos a medida que las compañías utilicen la tecnología para reemplazar a los trabajadores.

Como hemos visto con los coches autónomos y Atlas, todo esto también es posible por la oferta ilimitada de información, que incluye desde sensores de imagen y espaciales a cámaras estéreo, algoritmos de aprendizaje y los omnipresentes smartphones y cuentas online. Esto también sucede en otras partes de la cadena de suministro, desde los robots utilizados en los almacenes que usan sensores y códigos de barras controlados por un servidor central, a los vehículos autónomos configurados para supervisar la distribución y entrega, ya sea un vehículo o un drone.

Pero incluso aquellos que ven posible que trabajos comunes como almacenaje, venta minorista, logística o conducción de taxis puedan ser eliminados por los avances tecnológicos, todavía insisten en que los trabajos en servicios de «más valor» permanecerán inmunes. Sin embargo, aquí también la evidencia indica cada vez más que la realidad es bastante diferente.

En una charla en un encuentro tecnológico en 2017, Marc Cuban, el multimillonario propietario de los Dallas Mavericks,

predijo que el primer trillonario del mundo sería aquel que dominase las aplicaciones comerciales para IA. La razón que dio es que la inteligencia artificial ha resultado especialmente lucrativa cuando se aplica a sectores tradicionalmente de «cuello blanco» como las compañías de seguros, el desarrollo de software o la contabilidad. «Antes me haría experto en filosofía», dijo Cuban refiriéndose a los que ahora estaban formándose en esos campos.

¿Buscaba llamar la atención? Quizá. ¿Era hiperbólico? Seguro. ¿Equivocado? Probablemente no, porque desde la cirugía cardiaca al cálculo de impuestos, las profesiones históricamente bien remuneradas son tan repetitivas y están tan sujetas a la división del trabajo, y por tanto a la automatización, como cualquier otra.

Tomemos como ejemplo el robot quirúrgico Da Vinci. En 2017, el University College de Londres anunció que esta máquina relativamente barata había salvado la vida de unos quinientos hombres con cáncer de próstata. Aunque el robot no es autónomo —proporciona al cirujano humano niveles muchos más altos de precisión y destreza—, el camino para la automatización de una buena parte de sus operaciones corrientes es similar al modelo de los coches autónomos: le das a un procesador de datos potente un montón de información, algoritmos de inteligencia artificial capaces de aprender y un escalpelo. La primera parte permite al algoritmo crear simulaciones y reproducirlas y trabajar así con tareas altamente repetitivas, y el segundo permite responder de forma inmediata e inteligente a situaciones inesperadas.

En medicina, eso puede aplicarse a prácticamente cualquier cosa, desde pruebas de visión a tratamiento del cáncer de próstata o extracciones de sangre. En áreas que dependen más del reconocimiento de patrones, como radiología, las máquinas tienen incluso más ventaja. Los radiólogos utilizan rayos láseres, escáneres para tomografías, resonancias magnéticas y ultrasonidos

para diagnosticar y tratar a pacientes. Aunque esta tecnología ha mejorado enormemente el cuidado de los pacientes en las últimas décadas, también ha contribuido a aumentar los costes y era relativamente intensivo en mano de obra. Hasta ahora.

Arterys, un sistema de imágenes médicas, lee resonancias magnéticas del corazón y mide el flujo de sangre de los ventrículos. Ese proceso suele llevar unos 45 minutos a un profesional, pero Arterys puede hacerlo en unos 15 segundos. Increíblemente, tiene una red neuronal autodidacta que aumenta su conocimiento sobre el funcionamiento del corazón con cada caso nuevo que examina. Es en áreas como esta donde la automatización comenzará su incursión en la medicina, aumentando la productividad al acompañar, en lugar de reemplazar, a los trabajadores existentes. Sin embargo, estos sistemas mejorarán cada año que pase y algunos, como Geoffrey Hinton, el «padre del aprendizaje profundo», creen que las escuelas de medicina van a dejar de formar radiólogos pronto.

Quizás esto es presuntuoso —después de todo, queremos cierto control de calidad y quizá que el diagnóstico final siga dependiendo de un humano—, pero con una mejora enorme en la rapidez del proceso solo se necesitaría un profesional cualificado donde ahora hay docenas, lo que tendría como resultado un servicio más rápido y de más calidad que costaría menos tiempo y dinero. En una sociedad envejecida, esas ventajas no serán solo bienvenidas, sino necesarias.

Se está produciendo un fenómeno similar en el asesoramiento legal, una parte del sector servicios que ha pertenecido históricamente a la clase media. Según un estudio de 2016 de la consultora Deloitte, es probable que en los próximos veinte años se automaticen 114 000 empleos en este sector, alrededor de un

40 % del mismo. Ese mismo estudio mostró que la tecnología ya había eliminado 31 000 puestos. La mayoría eran empleos de la parte baja del escalafón, ya que se prefería cada vez más utilizar sistemas de búsqueda inteligente a abogados jóvenes o pasantes, especialmente en áreas relacionadas con búsquedas repetitivas y procesamiento de grandes cantidades de información.

Si Deloitte está en lo cierto, las tareas más repetitivas de la industria legal serán ampliamente automatizadas. Y aunque, como en la medicina, está fuera de duda que algunos trabajos van a continuar existiendo al menos durante la próxima generación, lo que revela este ejemplo es que los trabajos que históricamente han sido de cuello blanco están expuestos a las mismas tendencias que ya han tenido un impacto más evidente en la industria.

Incluso desde un enfoque optimista, se advierte que los sectores que lideran la creación de empleo neto son pocos y distantes entre sí. El cuidado de ancianos, que combina niveles elevados de coordinación motora con trabajo afectivo y gestión constante de riesgos, es uno de ellos. Después de todo, sociedades de todo el mundo se van a ver afectadas por el envejecimiento de la población a lo largo del siglo XXI. La salud y la educación seguramente seguirán siendo intensivas en mano de obra, y al menos, tardarán más en desaparecer. Sin embargo, incluso teniendo en cuenta el crecimiento de estos sectores, la imagen general de pérdida de empleos debido a la automatización implica que continuar sin hacer nada sea demasiado optimista.

El futuro del trabajo

No todo el mundo está de acuerdo en que el progreso vaya a llevar a un pico de trabajadores en la Tercera Disrupción de una forma similar a cómo la máquina de vapor y los combustibles

fósiles produjeron el pico de la utilización del caballo en la Segunda. De hecho, dos de las voces más importantes en el campo del trabajo y el cambio tecnológico, Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, creen que, por el contrario, el valor se derivará de forma creciente de la producción de nuevas ideas. Así, aunque cualquier tarea repetitiva podrá ser automatizada o mejorada de forma significativa por las máquinas, las habilidades propiamente humanas de creatividad y conexión emocional sostendrán los empleos del futuro.

Esto puede ser cierto para algunos sectores, pero no para un mundo de casi 10 000 millones de personas. No hay duda de que algunas profesiones nuevas crecerán, como los ingenieros especializados en células fotovoltaicas o los técnicos de turbinas eólicas, y que algunas profesiones creativas, como chef o diseñador de interiores, permanecerán más tiempo que otras. Pero no se pueden comparar a las de conductor, cajero o albañil en términos del volumen de trabajo que han creado históricamente. Teniendo en cuenta la evidencia del último siglo, esa perspectiva parece remota.

Lo que parece más probable es que, igual que el pico en el uso del caballo tardó más de un siglo en producirse desde la invención de la máquina de vapor, ahora se esté produciendo una transición similar, también desigual e intermitente. Ahora, igual que en el Londres de 1894, debemos aprovechar las oportunidades que nos brinda el nuevo mundo en lugar de obsesionarnos con tecnologías y costumbres sociales que se están diluyendo en la corriente de la historia.

5
Potencia ilimitada: posescasez en la energía

Nunca deja de sorprenderme cómo siguen bajando los costes de la energía fotovoltaica [...]. Tener una fuente de energía que es más y más y más barata año tras año con beneficios no de un dígito, sino de dos, no tiene paralelismos con ningún otro momento de la historia de la energía.

Danny Kennedy, director general de California Clean Energy Fund

Energía y disrupción

La energía y sus diferentes fuentes determinaron profundamente la Primera y la Segunda Disrupción. Como cazadores-recolectores, nuestros medios de supervivencia eran nuestros propios cuerpos, y los usábamos para crear herramientas y buscar comida. Habitábamos un mundo sin mucha tecnología, y nuestros ancestros usaban sus grandes cerebros principalmente para la compleja comunicación oral. Las formas de energía concentrada,

características de una sociedad capaz de generar excedentes masivos, eran mínimas.

Eso cambió hace 12000 años con la llegada de la agricultura. Los humanos empezaron a domesticar a otros animales y a criarlos no solo para conseguir carne, cuero y pieles, sino también por su capacidad para realizar determinadas tareas. Esto condujo a un gran aumento de la productividad que hizo posible el asentamiento y la aparición de sociedades cada vez más complejas. Una consecuencia de esa complejidad fue la aparición de la esclavitud humana, una base crucial de la jerarquía social y la producción económica durante la antigüedad. A estas fuentes biológicas de energía —humanas y no humanas— se le unieron después tecnologías construidas para aprovechar los elementos, y, hace unos mil años, empezó a ser frecuente ver molinos de agua y de viento por toda Europa.

Sin embargo, todas estas innovaciones, tanto sociales como tecnológicas, estaban limitadas por su dependencia de la naturaleza: la ubicación y el número de molinos estaban determinados por la disponibilidad de agua y viento, y los animales y los humanos no eran siempre muy fiables y resultaban difíciles de mantener. Si bien a principios del Renacimiento se produjeron avances enormes en campos como la impresión, la astronomía, y la navegación, los medios de transporte —así como las formas de generar calor y luz de forma artificial— eran prácticamente los mismos que mil años antes. Aunque la Florencia del siglo XVI, cuna del Renacimiento europeo, aparece en la imaginación popular como la encarnación del refinamiento cultural, lo cierto es que cuando Nicolás Maquiavelo escribió sus *Discursos sobre las historias de Livio*, el mundo que habitaba difería bastante poco del de su héroe del siglo primero.

Esto cambió drásticamente a finales del siglo XVIII. La llegada de la máquina de vapor de Watt proporcionó rápidamente un suministro abundante de energía eficiente y segura, lo que propició la aparición de nuevas prácticas industriales y nuevos patrones de consumo. Aunque se insiste mucho en que se trató de una transformación tecnológica y económica, y lo fue, también representó una ruptura en lo relativo a la energía. A partir de entonces, las economías que estaban en proceso de industrialización iban a depender de los combustibles fósiles.

Aunque muchas de las consecuencias para la cultura, la ciencia y la política provocadas por todo esto fueron evidentes para la gente que vivió aquella época, el efecto quizá más importante permaneció oculto durante dos siglos más. El capitalismo industrial, cuya inmensa potencia fue posible por la extracción y el consumo de combustibles fósiles, cambiaría el ecosistema de la Tierra. Por primera vez en cientos de miles de años, la actividad de una sola especie se convertiría en la principal amenaza para la capacidad del planeta de sostener la vida.

La llegada del Antropoceno

Aunque los efectos concretos de la Segunda Disrupción sobre el medio ambiente no están del todo claros, el consenso científico indica que la alta concentración de gases de efecto invernadero, especialmente de dióxido de carbono, ha provocado un aumento de la temperatura. La consecuencia directa es que el mundo es 0,8 grados centígrados más caluroso hoy que a finales del XIX.

Debido a que hay un desfase entre la composición de la atmósfera y el cambio climático, las acciones pasadas hacen inevitable que se produzca un calentamiento en el futuro. Además, las emisiones de estos gases nunca han sido más altas que ahora, lo que

significa que nuestro mundo se calentará todavía mucho más. La pregunta clave es cuánto y en qué plazo de tiempo.

Y ahí reside el problema con las políticas sobre cambio climático. Estamos seguros de que está sucediendo, pero casi todo lo demás es especulación. Los expertos están de acuerdo en que la temperatura global va a aumentar al menos dos grados como consecuencia del desfase respecto a las condiciones actuales. Lo que no sabemos, sin embargo, es el espacio de tiempo en el que va a producirse y las consecuencias concretas de ese cambio, ya sean sucesos climatológicos extremos, el aumento del nivel del mar o la desertificación.

Esto significa que es casi igualmente plausible que el mundo se caliente dos grados en las próximas décadas o en los próximos siglos. Si tenemos en cuenta que el planeta tiene más de 4000 millones de años, esa diferencia es lo suficientemente pequeña como para considerarla un margen de error lógico. Sin embargo, para la mente humana, y por extensión para las políticas sobre cambio climático, es crucial. Cualquier predicción que resulte «inexacta» es un arma para los intereses que buscan desacreditar la noción de calentamiento global en sí misma.

Si entendemos el cambio climático no solo como un reto político, sino como una amenaza a la existencia misma de nuestra especie, esto resulta bastante absurdo. Incluso si el aumento de la temperatura permanece por debajo de los dos grados —algo que se considera cada vez más improbable— supondría un desastre indescriptible. Un aumento todavía mayor sería un cataclismo, y crearía una cascada de consecuencias cuyo resultado sería un mundo incapaz de mantener a una gran cantidad de especies, incluidos nosotros.

¿Cómo sucedería esa secuencia de hechos? Un modelo razonable podría ser la última vez que nuestro planeta tuvo una temperatura tres grados superior a la actual, algo que sucedió hace 10 millones de años. Entonces, los niveles del mar eran 25 metros más altos que ahora, y no existían los glaciares continentales en el hemisferio norte.

En este mundo, una parte importante de la cuenca del Amazonas se convertiría en un desierto, y los glaciares que proporcionan agua potable a buena parte de China y el subcontinente Indio desaparecerían. El sur de Estados Unidos y los países mediterráneos —por no mencionar Oriente Medio, Australia y buena parte de África— serían demasiado cálidos para sustentar a su población actual. Además, habría un riesgo enorme de fenómenos climatológicos extremos y una perturbación profunda del ciclo hidrológico. Los fenómenos climatológicos que ahora ocurren una vez cada siglo serían constantes, y se convertiría en rutina lo que antes se consideraba extremo. En este sentido, la temporada de huracanes del Atlántico de 2017, en concreto los huracanes Harvey e Irma y el sofocante verano del año siguiente, dan una idea del futuro.

Sin embargo, ni siquiera este es el peor escenario. Un calentamiento de seis grados supondría que los niveles del mar subiesen más de 200 metros y que los océanos estuviesen demasiado calientes para albergar vida. Este mundo estaría casi completamente cubierto por el desierto y únicamente las regiones que hoy son polares serían capaces de mantener agricultura extensiva. Pero incluso todos estos desafíos parecen triviales comparados con el verdadero punto de inflexión: el aumento sustancial de los ni-

veles atmosféricos de metano. En ese caso, cualquier cosa que tenga pulmones lo tendrá difícil para respirar.

La buena noticia es que todavía podemos evitar en gran medida todo esto. De hecho, podemos revertir incluso parte del daño que hemos causado e impedir los cambios que actualmente parecen inevitables. No obstante, no será fácil, requerirá una transición global para abandonar los combustibles fósiles en las próximas dos décadas. Si la humanidad es capaz de reducir las emisiones de dióxido de carbono en al menos un 85 % para el 2050, los niveles de este gas en la atmósfera se estabilizarán en unas 400 partes por millón, algo ligeramente superior a lo actual pero suficiente como para evitar una catástrofe incontrolable.

La mala noticia es que, aunque sabemos lo que hay que hacer, llevamos así veinticinco años y solo hemos ido hacia atrás. La Cumbre de la Tierra de Río, que tuvo lugar en 1992, fue el momento en que el cambio climático comenzó a tener importancia de forma global. Aun así, los niveles de CO_2 eran 61 % más altos en 2013 que en 1990 y los años que siguieron a la crisis de 2008 registraron los incrementos anuales más altos de la historia. En realidad, nuestra línea actual no es de inacción, sino de carrera rápida hacia el desastre.

La energía quiere ser gratuita

Ahora mismo, la población humana mundial consume entre 17 y 18 teravatios de energía por hora, aproximadamente 150 000 teravatios por hora anuales. Aunque no se distribuye de manera uniforme, eso implica que una persona media utiliza de forma constante unos 2 kilovatios, más o menos lo mismo que si tuviésemos un hervidor encendido todo el tiempo.

En las próximas tres décadas, esas cifras se van a incrementar-se sustancialmente. La ONU espera que la población mundial alcance los 9 700 millones en 2050 —9 700 millones más que en la actualidad—, y que el incremento se produzca sobre todo en los países más pobres del sur global. Es más, estas poblaciones consumirán cada vez más energía para calefacción, transporte, electrodomésticos y vacaciones, acercándose al consumo del norte global. Cambiar la economía global actual a las energías renovables parece una tarea enorme en sí misma, pero la realidad es incluso más dura: vamos a tener que descarbonizar un planeta que utilizará el doble de energía de la que empleamos ahora.

Sin embargo, no todo son malas noticias. Aunque el aumento del consumo de energía ha correlacionado con el crecimiento económico durante las últimas dos décadas, la demanda de energía en los países más ricos ha empezado a declinar en los últimos años. Por ejemplo, en Reino Unido, el consumo de energía alcanzó su punto máximo en el cambio de milenio y ha caído un 2 % cada año desde entonces. Esto implica que, a pesar de la mejora de los niveles de vida y del aumento de la población, la cantidad de energía que se consume en 2018 en Gran Bretaña es menor que la que se consumía en 1970, y eso que es un país que está lejos de la pobreza energética. Ahora mismo, cada británico consume alrededor de tres kilovatios hora de forma constante, un 50 % más que la media global.

Aunque el descenso del consumo es más drástico en Reino Unido que en ningún otro sitio, refleja más la regla que la excepción. Los países europeos registraron una reducción del consumo de energía del 8 % entre 2005 y 2013, y Estados Unidos una caída del 6 % en esos ocho años. Aunque la relocalización global de la industria en los últimos cuarenta años explica en parte este cambio, está claro que es sobre todo una consecuencia

del aumento de la eficiencia energética. Parece que, igual que con el crecimiento de la población, las economías desarrolladas han alcanzando el techo del consumo energético.

A la luz de estos dos hechos —incremento sustancial del consumo y llegada al tope una vez que se alcanza un cierto nivel de desarrollo— parece razonable utilizar la demanda per cápita en Reino Unido como un modelo para el resto del mundo en las próximas dos décadas. Si acaso, esto es bastante conservador: después de todo Gran Bretaña es un país comparativamente rico, con un nivel de vida alto y con un clima relativamente frío.

Si dentro de dos décadas el mundo tiene 9000 millones de habitantes y cada uno consume la misma energía que el británico medio actual, habría un consumo global constante de unos 30 teravatios de energía por hora, 290000 teravatios hora al año, algo menos del doble de lo que se consume actualmente.

Aunque esta predicción es más alta que las que se pueden ver en otros lugares (British Petroleum prevé una demanda global de 23 teravatios para 2035), tiene sentido ser generosos con las proyecciones. Cualquier transición a energías renovables debería prever un consumo de energía no menor del actual. Después de todo, si nos ponemos en serio a hacer una transición lo suficientemente rápida como para evitar un calentamiento global catastrófico, es importante contar con un amplio margen de error.

Es de suma importancia que la descarbonización comience de forma inmediata. En 2017, la Agencia Internacional de la Energía anunció el comienzo de una «década cero», y afirmó que, si no se ponía en marcha una transición global que dejase atrás los combustibles fósiles en los próximos diez años, el calentamiento superior a los dos grados estaba asegurado. El año siguiente, el

IPCC repitió estas afirmaciones y concluyó que, si queríamos evitar un cambio climático «catastrófico» de más de 1,5 grados, la descarbonización a gran escala debía comenzar antes de 2030.

Esto significa que los países más ricos del norte global deben comenzar la transición a las energías renovables a comienzos de 2020 y reducir las emisiones de CO2 un 8 % anual durante esa década, con el objetivo de completar la descarbonización en 2030. En ese momento, los países del sur global se embarcarán en el mismo viaje por la misma vía. Esto significa que en 2040, a pesar del aumento de la población con expectativas crecientes, ellos también habrán transicionado. Así, en poco más de dos décadas, el mundo podrá superar los combustibles fósiles y cubrir todas sus necesidades energéticas, no solo de electricidad.

Aunque eso será insuficiente para impedir que la temperatura suba en al menos un grado, todos los datos indican que evitaría la catástrofe. Es más, coloca a la humanidad en el camino de una energía prácticamente ilimitada a un precio cada vez más bajo. Porque, a diferencia de la madera, el carbón o el petróleo, el sol produce más energía de la que podemos imaginar.

Energía solar: ilimitada, limpia, gratuita

La cantidad de energía solar que llega a la atmósfera de forma constante es de unos 174 petavatios (1,740 x 10^17 vatios). De esta, aproximadamente la mitad alcanza la superficie del planeta. Actualmente, la humanidad consume menos de 20 teravatios de forma constante en un año, lo que significa que el planeta recibe miles de veces más energía de la que necesitamos actualmente. De hecho, la energía que emite el sol es tan inmensa que, a pesar de estar a millones de kilómetros de distancia, la Tierra recibe

cada noventa minutos la cantidad de energía que la humanidad necesita en todo un año.

Esto tiene una implicación profunda: la naturaleza nos proporciona energía gratuita e limitada. Como un reactor nuclear situado en el centro de nuestro sistema solar, el sol es responsable de todos los organismos que existen. Prácticamente toda la vida en la Tierra, desde las bacterias a los árboles y las plantas pasando por los seres humanos, es el resultado de una serie de reacciones químicas en cuyo origen está la energía solar.

Aunque la humanidad ha tenido la tecnología necesaria para captar y almacenar esta energía desde hace décadas, hasta hace poco no resultaba rentable comparada con los combustibles fósiles. Sin embargo, en las décadas iniciales del siglo XXI eso tiene que empezar a cambiar, ya que si la Tercera Disrupción está impulsada por una oferta ilimitada de información y trabajo, también tiene que haber una oferta ilimitada de energía.

Una revolución silenciosa

Es posible que a nadie le sorprenda saber que la energía solar ha estado con nosotros desde los primeros días de la Tercera Disrupción, cuando la NASA instaló las primeras células fotovoltaicas en su satélite Vanguard 1 en 1958. Aunque fue un logro impresionante de la ingeniería, cada panel solo generaba un máximo de medio vatio, lo que significaba que el coste energético por unidad era de muchos miles de dólares, mucho más que los combustibles fósiles. A mediados de los setenta, como resultado de la curva de experiencia, esa cifra había caído drásticamente a unos 100 dólares el vatio. Todavía no era competitivo, pero era una mejora llamativa.

Sin embargo, en los últimos años los costes de la energía solar han cambiado hasta resultar irreconocibles debido a una mejora en el rendimiento de los precios que ha hecho que un vatio de energía solar en los países más soleados cueste solo 50 céntimos. Pocos dudan de que esta tendencia se vaya a detener, y con la capacidad solar duplicándose cada dos años —aumentó en un factor de uno a cien entre 2004 y 2015— es probable que los dividendos de la curva de experiencia puedan ir mucho más lejos. Las instalaciones de paneles solares han aumentado un 40 % anual en las últimas décadas y en Reino Unido, sorprendentemente, el 99 % de la capacidad solar actual se ha instalado a partir de 2010.

No es de extrañar, entonces, que en 2016 la energía solar fuese la que más rápido creció en lo que se refiere a instalaciones nuevas en todo el mundo, superando por primera vez a todas las demás fuentes de energía. Si bien las renovables representaron dos tercios de la nueva energía que se añadió a las redes mundiales ese año, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) encontró que la solar era la que más peso tenía.

Las perspectivas para la energía solar no siempre han sido tan positivas. En una fecha tan reciente como 2014, la AIE concluyó que, si las tendencias de ese momento persistían hasta 2050, «en el mejor de los casos generaría costes inferiores a cinco centavos de dólar el kilovatio». Sin embargo, este pronóstico demostró ser excesivamente pesimista solo unos pocos meses después de su publicación. En 2017, el contrato solar no subvencionado más barato en Estados Unidos ya estaba por debajo de los seis centavos por kilovatio y parece inevitable que para 2020 —treinta años antes de lo previsto— esté por debajo de los 3 centavos en lugar de 5. Si se cumple, significa que tiene más sentido económicamente

hablando para casi todos los hogares de la Tierra instalar paneles solares, incluso en el nuboso norte de Europa.

De hecho, solo un año después del informe, el Deutsche Bank afirmó que la energía solar había alcanzado la «paridad de red» en la mitad de los sesenta países que analizó, y predijo que los precios caerían un 30 o 40 % antes del final de la década. Dicho de forma sencilla, esto significa que para 2020 las nuevas instalaciones de paneles solares en casi cualquier parte del mundo van a generar energía más barata que una planta nueva que queme combustibles fósiles. En 2018, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés) repitió esa predicción afirmando que todas las renovables serían competitivas con los combustibles fósiles en 2020. Concluyeron que el cambio a las energías renovables «no es simplemente una decisión consciente con el medio ambiente, sino que actualmente es, de forma abrumadora, una decisión económica inteligente».

Así que, aunque la energía solar proporciona menos del 2 % de la energía mundial, las tendencias que se observan desde hace más de una década indican que esto va a cambiar drásticamente, especialmente en las partes del mundo donde la paridad con los combustibles fósiles se conseguirá en los próximos diez años. Si la tasa de un 40 % de crecimiento anual que se ha mantenido el último medio siglo continúa hasta 2035, la energía solar global tendrá una capacidad global de 150 teravatios, lo que cubriría no solo las necesidades eléctricas del mundo, sino, según las proyecciones que se han realizado, las necesidad energéticas completas de toda la humanidad. Aunque la tendencia frenase en los próximos años, como suele suceder con la progresión de todas las curvas de experiencia, parece razonable predecir una transición global completa a las renovables en algún punto de los años cuarenta de este siglo. Ya se ven evidencias de ello: mientras en

2010 el 2 % de la energía de Reino Unido procedía de las energías renovables, a finales de 2018 esa cifra había crecido hasta el 25 %. Más impresionante aún es el caso de Escocia, que para 2020 prevé obtener toda su electricidad de fuentes renovables.

Si bien esa proyección es por sí misma bastante sorprendente, más increíble aún es que la transición hacia la energía solar no requiere un aumento del gasto. Cambiar a una energía limpia y abundante no tiene costes añadidos. Y eso antes de que su precio empiece a caer de forma constante.

Veamos cómo es eso posible. Hoy en día, el mundo gasta alrededor de 2,2 trillones de dólares en combustible fósiles al año. Si la demanda actual de 15-17 teravatios se duplica en el periodo que estamos considerando, supondría unos costes energéticos de unos 80 trillones de dólares a principios de los cuarenta. La ONU le ha puesto precio a la transición completa a las renovables: 1,9 trillones de dólares por año durante cuarenta años, es decir, algo menos de lo que gastaríamos en quemar petróleo, carbón y gas para mantener al mundo en movimiento.

Además, es posible que esas cifras sean demasiado amables con los combustibles fósiles. Suponen que el gas y el petróleo van a tener el mismo precio reducido que tienen ahora durante las próximas décadas, algo que no tiene precedentes históricos. Incluso sin tener en cuenta el cambio climático, la energía solar y eólica tienen más sentido desde un punto de vista económico que el sistema actual.

Y como sucedía con la automatización de la mano de obra, el transporte será también la zona cero en la que convergerán la Segunda y la Tercera Disrupción: los vehículos autónomos eléctricos resolverán tantos problemas como solucionó la sustitución del caballo por el coche. En unas pocas décadas, los problemas

que hoy parecen irreversibles serán tan absurdos como nos resulta hoy la crisis del estiércol en el Londres de 1894.

Corriendo hacia el futuro

En el verano del 2017, el gobierno británico anunció que iba a prohibir la venta de coches diésel y gasolina en 2040. Aunque bien intencionada, la propuesta no tuvo en cuenta un aspecto crucial: con las tendencias actuales no quedará ninguno que comprar.

La razón es que el coste de las tecnologías de almacenamiento de energía, concretamente de de las baterías de iones de litio, están cayendo a una velocidad mayor que el de los paneles solares. En 2009, el Deutsche Bank recogió en un informe que el coste de las baterías de iones de litio era de 650 dólares por kilovatio hora, y predijo que esa cifra se reduciría a la mitad en 2020. Sin embargo, igual que las de la AIE en 2014, esas predicciones estaban muy lejos de la realidad: el precio de esa tecnología cayó un 70 % en los siguientes ocho meses. Debido a ello, Tesla espera ahora producir baterías a 100 dólares el kilovatio hora para principios de la década de los veinte. Por su parte, aunque a los accionistas privados se les dijo que iban a estar listas para 2019, General Motors espera tenerlas en 2022. En los últimos quince años, las capacidades energéticas de las baterías de litio se han triplicado y el coste por unidad de la energía almacenada ha caído a una décima parte.

Las consecuencias de estos cambios son difíciles de exagerar. Si las predicciones de Tesla y General Motors son correctas, a principios de los veinte una batería para un coche eléctrico nuevo con una autonomía de 300 kilómetros costará solo 5000 dólares. De

suceder, esto supondrá que los coches eléctricos podrían competir directamente con sus versiones en gasolina mientras se mantiene una curva descendente. Eso sin tener en cuenta que serán más baratos de asegurar y mantener a lo largo de su vida útil. En una generación, pagar por la energía que alimenta a nuestros coches puede ser visto como algo contraintuitivo y en otra generación más bordeará lo absurdo.

Es importante que esta tecnología de almacenamiento de energía esté sujeta a la curva de experiencia tanto como la producción de energía renovable, porque una transición que busque la superación de los combustibles fósiles —y que camine hacia una oferta ilimitada, lo que hará que sea más barata de forma permanente— necesitará a las dos. Si la curva de experiencia continúa en ambas, incluso aunque solo sea durante una o dos décadas más, el cambio de paradigma energético resultará tan disruptivo como la aparición y la difusión de los combustibles fósiles a principios del XIX.

La energía solar y el sur global

Dado que las energías renovables son una tecnología del siglo XXI, muchos pueden suponer que sus efectos, como sucedió con el teléfono móvil e internet, se van a notar más profundamente en el norte global, al menos en sus inicios. Sin embargo, es en los países más pobres del sur global donde las renovables, sobre todo la energía solar, van a resultar más decisivas. En el marco político adecuado pueden incluso acabar con el desequilibrio histórico entre los países más ricos del mundo y los más pobres, presente desde el colonialismo y agravado profundamente con la Segunda Disrupción.

Tomemos como ejemplo Nigeria. Con 180 millones de habitantes es el país más poblado de África, pero la mitad de su población no tiene acceso a la electricidad. Como sucede en el resto del continente, el país no solo es pobre, sino que además está experimentado un boom demográfico: algunas previsiones estiman que a mitad de siglo tendrá una población de más de 400 millones de personas. Además, los nigerianos de mañana esperarán, como es lógico, un nivel de vida superior a sus antepasados de hoy. Pero con los combustibles fósiles eso no solo resultaría catastrófico, sino seguramente imposible.

Lo que significa que la única vía para que Nigeria, que en 2050 tendrá más población que Estados Unidos, pueda proporcionar acceso universal a la electricidad es la energía solar. Una transición así ofrece la oportunidad de dejar atrás a algunos de los países más ricos del mundo, disfrutando de una energía más barata con prácticamente ninguno de los costos asociados a las extensas redes nacionales. Lo mismo sucede con otros países en vías de desarrollo, que también verán un crecimiento similar de la población y un aumento de la demanda energética.

El precedente establecido por el teléfono móvil es ilustrativo sobre cómo se pueden difundir las energías renovables en los países de bajos ingresos y elevada pobreza energética. En el cambio de siglo, había un cuarto de millón de contratos de móvil activos en Nigeria, bastante menos que las 600 000 conexiones de teléfono fijo. Teniendo en cuenta que se carecía de las costosas infraestructuras necesarias y que el acceso a la electricidad tenía una extensión irregular, si hubiésemos dicho entonces que el acceso a un móvil sería común solo dos décadas después seguramente nos habríamos reído.

Sin embargo, hoy Nigeria tiene 150 millones de líneas de teléfono móvil, lo que supera con mucho las 200 000 líneas de teléfono

fijo en activo. La mitad de la población tiene acceso a internet. Es importante destacar que ese nivel de conectividad se ha desarrollado de una manera diferente a como lo ha hecho en los países más ricos de Europa y América del Norte. En lugar de copiar la secuencia de infraestructuras que vimos aquí —extendiendo primero la línea fija y luego la móvil—, Nigeria simplemente se saltó la tecnología anterior y adoptó el internet móvil en masa.

Ninguna tecnología ha escalado tan rápido como el teléfono móvil. Ha permitido que millones de personas abran cuentas bancarias en Kenia y Tanzania, se registren para votar en Libia y accedan a información agrícola en Turquía. Las investigaciones muestran que el uso del teléfono móvil es tan común en Nigeria o Sudáfrica como en Estados Unidos, y que el 90 % de los adultos poseen uno, lo que la convierte en la tecnología que más rápidamente se ha adoptado de forma generalizada de toda la historia. En una fecha tan reciente como 2002, solo un 64 % de los americanos tenían teléfono móvil, una cifra batida con creces ahora en países como Tanzania, Uganda y Senegal. Aunque siguen siendo países con un producto interior bruto bajo, esta extensión tan rápida de una tecnología que hace solo quince años era vista como exclusiva de los países ricos supone un desarrollo significativo.

Si el mundo se va a descarbonizar completamente en los próximos veinticinco años, tiene que suceder algo similar con las tecnologías de producción y almacenamiento de energía solar. Igual que con el móvil desde el 2000, la adopción de las energías renovables en los países más pobres va a ser modular y va a estar muy distribuida. Modular porque los paneles solares y el almacenaje de iones de litio pueden colocarse y actualizarse fácilmente, distribuida porque la producción y el almacenaje va a tener lugar a nivel de las casas o la calle en lugar de en una estación energética

lejana. Todo esto es posible porque han tenido buena suerte con la ubicación geográfica: a pesar de ser de los países más pobres de la tierra, las naciones situadas cerca del ecuador en Asia, América Central y África disfrutan de más horas de sol que ninguna otra. Ahora, con el avance de la curva de experiencia en distintas energías renovables, nos estamos acercando a un punto de inflexión en el que los regalos de la naturaleza se convierten en una bendición económica.

Las cifras hablan por sí mismas. En 2009, una radio, un cargador para el móvil y un sistema de energía solar con capacidad para proporcionar cuatro horas diarias de luz y televisión le habría costado a un keniano 1 000 dólares. Hoy 350 y cayendo. Cada año que pasa no solo acerca la energía a los más pobres del mundo, sino también una energía mucho más limpia que los combustibles fósiles y cuyo precio se va a reducir de forma permanente.

No debería sorprendernos entonces que una nueva generación de empresas esté buscando sacar provecho de la convergencia entre la creciente demanda de electricidad y la bajada de los costes de la energía solar. Una de ellas es M-Kopa, una startup estadounidense lanzada en Kenia en 2011. Hoy la compañía tiene medio millón de clientes que pagan en función del uso que le dan al servicio y que generan su propia energía solar. El modelo de la compañía es sencillo y, lo que quizá era bastante predecible, el tipo de contrato se asemeja a los de los teléfonos móviles. Los clientes pagan un depósito de 3 500 chelines kenianos (aproximadamente 35 dólares) para llevarse el sistema a casa, y después 50 chelines diarios (0,50 dólares) durante un año, hasta que el sistema les pertenece por completo. Los pagos diarios se hacen a través de M-Pesa, un sistema de pagos que se opera a través del teléfono móvil. Energías renovables pagadas a través del móvil, esa es la realidad energética africana a comienzos del siglo XXI.

A través de una red de distribuidores autorizados que trabajan en Kenia, Tanzania y Uganda, el pack más reciente que ofrece la compañía, el M-Kopa 4, incluye un panel solar de ocho vatios que carga los aparatos eléctricos a través de puertos USB, dos bombillas LED con interruptores, una linterna LED recargable y una radio.

Uno de los competidores de M-Kopa es d.light, que cuenta con oficinas en California, Kenia, China e India. Afirman haber vendido más de 12 millones de aparatos para producir luz y energía solar en 62 países, y tienen el objetivo de proporcionar electricidad solar barata a 100 millones de personas en 2020.

Otra compañía del sector es Off-Grid, cuyo modelo es similar al de M-Kopa: la compañía proporciona la financiación y la infraestructura a los clientes. En Tanzania, los clientes pagan un depósito de unos 30 dólares para comprar el pack más barato de Off-Grid: un panel, una batería, varias luces LED, un cargador de móvil y una radio. Después pagan aproximadamente unos 8 dólares al mes durante tres años, y pasado ese tiempo son propietarios de los productos. El pack más popular de Off-Grid, que cuesta el doble y tiene un depósito inicial más alto, incluye algunas luces más y una televisión de pantalla plana. Como con M-Kopa, los clientes pagan la factura a través del móvil. Todo ello es posible gracias a la curva de experiencia de las células fotovoltaicas y de la tecnología de iones de litio, como sucedió con los teléfonos móviles en las últimas dos décadas, y es solo el principio de una oferta ilimitada de energía.

Pero la tecnología solar no solo se ha ido haciendo más barata, también ha mejorado su rendimiento. Por ello, Off-Grid está haciendo planes para que en un futuro cercano sus productos sean lo suficientemente potentes como para tener aplicaciones en la industria, como bombear agua para riego o moler cacao. Esto es

en parte gracias al hecho de que las placas solares son modulares —puedes añadir más capacidad con el tiempo— y a la prolongada e impresionante caída de la relación precio/rendimiento. Si en la próxima década se ven cambios tan rápidos como en la última, en Kenia y Nigeria la energía solar no alimentará únicamente aparatos domésticos. Talleres, colegios, restaurantes y clínicas tendrán energía limpia y barata.

Este cambio tan sorprendente no se limita solo a África. De hecho, la consultora KPMG prevé un modelo de consumo similar para la India, donde la alianza entre el aumento del crédito y el abaratamiento de la tecnología significará que en 2025 el 20 % de los hogares indios tendrán algún tipo de instalación solar. Además, a medida que se superen cuellos de botella como la integración de las granjas solares grandes en una red de energía fragmentaria, la capacidad de India de producir energías renovables se doblará en 2022, superando incluso a la Unión Europea en crecimiento.

Si la electricidad no te parece demasiado importante, piensa en esto: a principios del siglo XXI, cientos de millones de mujeres todavía se enfrentan al riesgo de morir durante el parto porque tienen la mala suerte de dar a luz de noche, rodeadas de oscuridad y a kilómetros de un hospital. Algo incluso peor: 3 millones de personas todavía cocinan o se calientan gracias a la biomasa, quemando sobre todo madera, estiércol y residuos agrícolas. Según la OMS, en 2002 esto fue la causa del 36 % de las infecciones respiratorias del mundo, del 22 % de la obstrucción pulmonar crónica y del 2 % del cáncer. En otras palabras, transicionar a energías limpias y renovables, significa, incluso si solo tenemos en cuenta el corto plazo, salvar millones de vidas al año. A largo plazo, tendrá un papel decisivo en la mejora de la calidad de vida de los más pobres del planeta.

El viento

Si tenemos en cuenta que el 80 % de la población mundial habita en zonas con suficiente luz solar como para confiar exclusivamente en esta energía, es obvio que una transición que deje atrás los combustibles fósiles va a poner el foco en ella.

Pero ¿qué pasa con países más fríos que tienen una cantidad de población relativamente grande, como Rusia, Canadá y el norte de Europa? Enfrentados al doble problema de tener mucha menos luz solar y muchas más necesidades energéticas, especialmente en calefacción, ¿cómo pueden hacer un cambio similar al que hemos descrito?

En parte, la respuesta tiene que ver con la conservación de la energía, algo que es válido para todos los lugares sin importar la exposición solar. Aunque por ahora asociamos la idea de la conservación con la frugalidad y el racionamiento, no deberíamos. En solo unos años, el ahorro energético —en la casa, el coche y el lugar de trabajo— estará plenamente automatizado.

La razón principal es la extensión del internet de las cosas. Los aparatos eléctricos, incluido el automóvil, no solo se comunicarán entre sí, sino que distribuirán y almacenarán energía en tiempo real. Si suena similar a internet, es porque lo es. Pronto habrá redes de energía operando dentro de los hogares y entre unas viviendas y otras, incluso entre unos objetos y otros.

Esto se centrará en el coche, que será el eje de la transición energética en las primeras etapas y la vanguardia de la economía limpia y autónoma. Los coches no serán simplemente procesadores de datos con ruedas, sino baterías portátiles gigantes. Debido a que el vehículo eléctrico medio utiliza alrededor de una sexta parte de su batería cada día, habrá tanta capacidad de almacenamiento que la mayor parte de la energía precederá del sol incluso

en los países que tienen pocas horas de luz solar en los meses de invierno. Lo mismo sucederá con un número cada vez más alto de aparatos eléctricos, por no mencionar las viviendas, los colegios y los lugares de trabajo. Y en lugares donde la exposición solar hace que eso sea complicado, como Gran Bretaña, parques eólicos cada vez más eficientes compensarán la diferencia.

De hecho, esto ya está empezando a pasar. En 2016, los parques eólicos de Reino Unido generaron por primera vez más electricidad que las plantas de carbón. Esto es aún más impresionante si se tiene en cuenta que el carbón proporcionaba dos tercios de la energía del país en una fecha tan reciente como 1990. El siguiente mes de octubre, la energía eólica produjo en Escocia el doble de las necesidades eléctricas totales del país.

La base de estos cambios es la misma que la que impulsa el aumento de la energía solar: la curva de experiencia. Igual que sucede con las mejoras en las células fotovoltaicas, el desarrollo tecnológico de las turbinas eólicas no muestra signos de agotamiento. En 2017, el gobierno británico anunció que, a principios de los años veinte, la energía producida en los parques eólicos costeros sería más barata que la producida en las centrales nucleares. En una fecha tan reciente como 2014, la energía eólica costera en Reino Unido tenía un precio de 150 libras por megavatio/hora, menos de una década después su precio es de la mitad. Esto la hace más barata que Hinkley Point C, el nuevo proyecto de central nuclear británica, antes incluso de que se haya terminado de construir.

Y eso no acaba ahí. En algún punto durante los años veinte, el viento costero de Gran Bretaña no solo será más barato que la energía nuclear: será más barato que cualquier otro tipo de energía. Uno de los CEO más importantes del sector predijo

que Gran Bretaña va a generar pronto la mitad de su electricidad con energía renovable, y añadió: «Cuando echemos la vista atrás en diez años, veremos el periodo del 2016-17 como un punto de inflexión. El coste de la energía eólica costera, como el de la solar y la energía eólica interior, está bajando a una velocidad que nadie podía haber predicho».

Mantenernos calientes

Hay algo que importa tanto como el hecho de que la energía, ya sea solar o eólica, sea cada vez más barata y que la tecnología de almacenamiento experimente descensos drásticos en los costes: el aislamiento térmico. Especialmente en los países fríos, la mayor parte de la energía que se consume en las viviendas se destina a mantener el calor. En el Reino Unido, el sistema de calefacción de una vivienda media consume cuatro veces más energía que la luz y la electricidad juntas. Desde la perspectiva de las energías renovables esto es especialmente preocupante, porque los picos en la demanda de energía se alcanzan en el momento preciso en el que la energía solar es más débil.

Sin embargo, la solución es relativamente sencilla. El aislamiento térmico, cuando se hace de forma correcta, implica que se consuma muy poca o nada de energía en calefacción. De hecho, sorprendentemente, sabemos cómo construir viviendas así desde hace más de cuarenta años.

En 1977, el gobierno provincial de Saskatchewan contactó con un grupo de investigadores canadienses para construir una «casa solar» adecuada al clima local. Casi hermética y equipada con ventanas de triple acristalamiento, paredes gruesas, aislamiento en el tejado y uno de los primeros ventiladores de recuperación

de calor del mundo, la casa permanecía fresca en verano y caliente en invierno sin consumir prácticamente energía. Había nacido la Passivhaus.

Hoy, la Passivhaus sirve como estándar de la eficiencia energética en la construcción cuando el objetivo es reducir la huella ecológica de los edificios tanto como sea posible. Desarrollado recientemente en Alemania y Escandinavia, el diseño pasivo no es un detalle suplementario que añadir a la construcción de viviendas, sino un enfoque holístico que intenta integrar estética, funcionalidad y eficiencia. Surgido a la sombra del movimiento ecologista de los ochenta en Alemania, lo desarrollaron sobre todo ingenieros y arquitectos que se inspiraron en los esfuerzos de los diseñadores norteamericanos para hacer frente a la crisis del petróleo de una década antes.

Aunque siempre vamos a necesitar energía para la luz, los aparatos electrónicos, el transporte y la industria, no va a suceder lo mismo con la calefacción, al menos no a la escala que necesitamos hoy. Solo porque la transición a las renovables va a significar energía más limpia y abundante que nunca, no es excusa para ignorar las mejoras potenciales en la eficiencia energética. Eso por no mencionar el gran incentivo para la salud pública. En Inglaterra y Gales todos los años se producen miles de muertes como resultado del frío. Muchas de ellas se podrían evitar poniendo en marcha cambios en las viviendas y los lugares de trabajo. A diferencia de lo que sucede con la producción y el almacenamiento de energía renovable, lo que ha impedido que esto suceda no tiene que ver con la tecnología, sino con las prioridades políticas.

Otra área que demuestra cómo la innovación no se limita a la generación y el almacenamiento de energía es la luz. Actualmente, la luz supone la quinta parte del consumo eléctrico de Reino Unido. Con las LEDs, igual que con las mejoras en las células

fotovoltaicas, las turbinas para la energía eólica y la tecnología de iones de litio, vemos en acción una vez más a la curva de experiencia, con una caída del coste por lumen (la unidad de medida de la luz) del 90 % solo entre 2016 y 2019. De hecho, si todas las bombillas de Reino Unido se cambiasen a LED, la iluminación solo consumiría el 3-4 % del total de la energía, frente al 20 % actual.

Las soluciones al cambio climático están aquí

No hay duda de que cambio climático provocado por el ser humano es una crisis cuya magnitud no tiene precedentes en la historia de la humanidad. Es igualmente cierto, sin embargo, que estamos al borde de una revolución energética que nos permitirá superar los combustibles fósiles que han calentado nuestro planeta tan rápido.

Si queremos mitigar las peores consecuencias del cambio climático es necesario que aceleremos esa revolución. Lo que está en juego no es solo la supervivencia de nuestra especie, sino la propia capacidad de la Tierra para sostener la vida. Es más, esta oportunidad va más allá de simplemente evitar la catástrofe: la oferta ilimitada de energía puede servir para cortar las cadenas del subdesarrollo que tanto tiempo han lastrado al sur global. Siguiendo la curva de experiencia, las tecnologías como las células fotovoltaicas, las baterías de iones de litio, las turbinas eólicas y las LED significarán una energía cada vez más barata que, en última instancia, no solo superará a los combustibles fósiles, sino que, como ha sucedido con la información y la mano de obra, nos llevará a superar la escasez. Esto, antes incluso de que desarrollemos la siguiente generación de tecnología para las energías renovables.

Pero, como hemos visto, esto está en conflicto con la esencia de las relaciones capitalistas, un sistema donde «la condición central para la eficiencia económica [...] es que el precio sea igual al coste marginal»: es decir, donde las cosas deben hacerse con fines de lucro o no hacerse. Eso significa que es probable que la respuesta a la oferta ilimitada de energía sea que las compañías intenten hacer que la tecnología necesaria sea artificialmente escasa, ya que la razón de mercado requiere que se inserte el racionamiento en algún punto de la cadena de suministro (algo que llaman *excluibilidad*). Si suena extraño, no debería. Después de todo, sobre eso escribió Larry Summers en 2001, y sus recomendaciones acabaron orientando la forma en que las industrias del entretenimiento se adaptaron a una oferta ilimitada producida por la distribución entre iguales y el intercambio de archivos y buscaron nuevos modelos de negocio como Spotify y Netflix. A medida que el precio de la energía, como el de la mano de obra y la información, se acerca cada vez más a cero, aumentan las probabilidades de que paguemos alquileres en lugar de comprar el bien en sí.

La evidencia sugiere cada vez más que se acerca una transición a las energías renovables. Si aceptamos esto, la cuestión central es: ¿cómo de rápido y con qué modelos de propiedad? Porque resulta que en la Tercera Disrupción no es solo la información y la mano de obra lo que quiere ser gratuito, sino también la energía.

6
Minería en el cielo: posescasez en los recursos

La Tierra es una migaja en un supermercado lleno de recursos.

Peter Diamandis

Un mundo finito

La cuestión de la escasez y el agotamiento de los recursos es, junto con el cambio climático, uno de los principales retos de nuestra era. Aunque el sol puede proporcionarnos más energía de la que podemos utilizar, minerales como el litio y el cobalto —que se necesitan para almacenar la energía solar en cualquier sistema poscarbón— son en última instancia limitados. Eso significa que, a pesar de las ventajas comparativas que poseen las energías renovables, en el fondo adolecen del mismo problema que los combustibles fósiles: nuestro mundo es finito y nos estamos acercando rápidamente a sus límites. Independientemente

de las curvas de experiencia de las células fotovoltaicas, las luces LED y las baterías de iones de litio, si no tenemos minerales para construirlos nuestro futuro seguirá marcado por la escasez.

Independientemente del origen de la energía, el problema de la disminución de los recursos es ahora más acuciante que nunca. Como señaló de forma inquietante un informe del año 2014 del Club de Roma, una organización que investiga los límites del planeta: «La producción de muchas materias primas minerales parece estar al borde del declive [...] es posible que estemos atravesando ya un ciclo de un siglo de duración que lleve a la desaparición de la minería tal y como la conocemos».

En este escenario, las predicciones auguran que el pico de producción de carbón se alcanzará en 2050 y el de producción de cobre una década antes. El litio, un mineral clave en lo que podría ser la tecnología más extendida para el almacenamiento de energías renovables, se agotaría rápidamente si se produjese una descarbonización a gran escala. Aunque la Tierra probablemente tiene suficiente cantidad de este mineral para completar una transición que deje atrás los combustibles fósiles y las tendría incluso si se duplicase la demanda mundial, se necesitaría que las existencias se reciclaran continuamente. Aunque hoy solo se recicla el 1 % de las baterías, sería algo plausible y sin duda representaría una mejora, pero está lejos de un escenario de posescasez y abaratamiento permanente de la energía.

Ese mismo informe también señalaba que el níquel y el zinc, muy usados en el almacenamiento de electricidad, podrían experimentar picos de producción similares «en solo unas décadas». Aunque la vida útil de la minería de níquel podría durar todavía la mayor parte del siglo, sería «cada vez más difícil y caro invertir en ello y explotarlo».

Sin embargo, quizá la tendencia más alarmante en el agotamiento de minerales es el fósforo, un fertilizante indispensable en la agricultura moderna. Aunque las reservas están lejos de agotarse, solo se puede extraer una parte de ellas, lo que significa que los cultivos del 40 % de la tierra cultivable del mundo están ya constreñidos por su limitada disponibilidad.

Esta escasez es especialmente problemática en el contexto de la disminución de la productividad que han generado los métodos empleados en la agricultura industrial, que, en algunos lugares, han supuesto que la fertilidad del suelo caiga un 50 %. En 2014, investigadores de la universidad de Sheffield afirmaron que al suelo británico solo le quedaban cien cosechas más debido a la sobreexplotación. En el momento preciso en que la población humana de la Tierra alcanza el pico en la demanda de recursos, el planeta parece listo para rendirse de agotamiento.

La trayectoria actual implica no solo que el mundo se va a quedar sin combustibles fósiles si continuamos utilizándolos, sino que, incluso en el caso de una transición completa a energías renovables, tendremos que reciclar continuamente múltiples recursos minerales. Eso puede sonar como algo bueno, y lo es, pero no encaja bien en lo que sabemos de la voracidad del capitalismo. En un mundo de más de 9 000 millones de personas, una extracción de recursos como la que estamos realizando —que supone matar gente y destruir hábitats en el proceso— simplemente no es viable. Además, es probable que la escasez de minerales genere conflictos y no solo cooperación y reciclaje. Así, incluso si la información, la mano de obra y la energía se volvieran repentinamente más baratos, los límites del planeta llevarían al poscapitalismo a condiciones de escasez permanente. El reino de la libertad quedaría fuera de nuestro alcance.

Excepto que los límites del planeta ya no importan, porque en su lugar minaremos el cielo.

Minería de asteroides

En 2017, Elon Musk, el CEO de SpaceX, desveló el siguiente paso de la compañía en la conquista de la última frontera. En una charla en el Congreso Internacional de Astronáutica anunció el lanzamiento del Sistema de Transporte Interplanetario (ITS por sus siglas en inglés), una nueva estructura que consiste en un enorme cohete de refuerzo para la primera fase del lanzamiento, una nave espacial y un tanque de reabastecimiento de combustible y que reemplazará a los sistemas actuales de la compañía. Dando un giro que se alejaba de los satélites comerciales y los viajes a la Estación Espacial Internacional, Musk afirmaba que la mayor ambición de la compañía eran los viajes tripulados a otros planetas.

Aunque el transporte espacial puede parecer la vanguardia de la tecnología, ningún cohete ha superado todavía al Saturn V de la NASA, lanzado en 1967. Hasta hoy sigue siendo el vehículo más grande, pesado y potente jamás construido. Su diseño y construcción fueron supervisadas por Wernher von Braun, el ingeniero que estuvo detrás del cohete V2 de la Alemania nazi, el primer objeto construido por el ser humano que alcanzó el espacio. En los cincuenta años transcurridos desde entonces, aún no hemos visto una máquina más impresionante que la que construyó un hombre nacido antes de que un avión cruzara el Atlántico por primera vez.

Si quiere enviar humanos a Marte, la SpaceX de Musk tendrá que conseguir precisamente eso. Para ello, planea lanzar el BFR —acrónimo de Big Fucking Rocket, «Puto Cohete Gigante»—,

que está previsto que sea el sucesor de los propulsores Falcon 9 y Falcon Heavy de SpaceX. Con una nueva gama de motores Raptor, el BFR finalmente destronará a Saturn V como el vehículo de lanzamiento más impresionante jamás construido. Al mismo tiempo, la NASA está trabajando en su Sistema de Lanzamiento Espacial que, cuando se complete, se unirá al BFR en una nueva categoría de naves espaciales súper Saturn V.

El nacimiento de la industria espacial

Musk prevé que el ITS llegue a Marte en una fecha tan cercana como 2022, dos años antes de que los primeros humanos pongan un pie en el planeta rojo. Aunque sus predicciones aciertan con frecuencia, los planes de Musk sufren un notable retraso. Eso se debe en parte a que sus intereses comerciales —renovables, coches eléctricos y cohetes— están a la vanguardia de la innovación industrial. Pero en realidad es sobre todo una consecuencia de la habilidad del sudafricano para hacer crecer el interés prometiendo lo que parece imposible de cumplir. Aunque eso es bueno para atraer el foco de los medios, es malo para el cumplimiento de los plazos.

No obstante, si echamos un vistazo a la historia de SpaceX hasta ahora, nos daremos cuenta enseguida de que hay que estar loco para apostar contra él. Musk fundó la compañía en el cambio de milenio, cuando la NASA había perdido el rumbo en los años crepusculares del programa del transbordador espacial y con el romanticismo de décadas anteriores agotado. En ese momento, la idea de un transporte espacial comercial fue vista como algo extravagante, y casi todo el mundo consideró a Musk un derrochador excéntrico.

Desde entonces, SpaceX ha ido de éxito en éxito, y ha logrado ser la primera en conseguir numerosos hitos. En 2008, pusieron en órbita con éxito el primer cohete financiado con capital privado propulsado con líquido, algo que hace solo unas décadas pertenecía al ámbito de la ciencia ficción. En 2015, su vehículo de lanzamiento Falcon 9 volvió a la Tierra después del lanzamiento, algo sin precedentes para un cohete capaz de orbitar. Ese avance fue especialmente importante, ya que muchos creen que los cohetes reutilizables reducirán significativamente los costes de enviar cargamentos al espacio. La viabilidad de un mercado de transporte privado más allá de la atmósfera estaba cada vez más cerca.

Desde entonces se ha producido una avalancha de recién llegados a esta búsqueda de reducir aún más los precios del transporte espacial. Aunque carecen de los medios para llevar a cabo misiones tripuladas por su cuenta, estos recién llegados pueden entrar en la estela de compañías más grandes como SpaceX o Blue Origin, propiedad de Jeff Bezos, y proporcionar lanzamientos baratos y frecuentes en una órbita terrestre baja.

Una de esas compañías en Rocket Lab. Fundada en Nueva Zelanda en 2009, fue la primera compañía privada del hemisferio sur en lanzar un cohete al espacio. Con base ahora en los Estados Unidos, se ha fijado el objetivo de eliminar las barreras al comercio espacial masivo proporcionando lanzamientos frecuentes y a bajo coste con su cohete Electron. Aunque los participantes más importantes de esta industria tienen su vista puesta en las misiones tripuladas a otros planetas, el hecho de que compañías más pequeñas sean capaces de innovar en esta área, aunque sea solo con cargas menores, es destacable. Mientras el sector crece, van a ser compañías como Rocket Lab las que se conviertan en la columna vertebral de esta incipiente industria.

Caída de los costes, aumento de las ambiciones

Ganar la carrera para llegar a la luna no fue fácil. A precios actuales, los trece lanzamientos del Saturn V costaron 47 000 millones de dólares a lo largo de una década, lo que significa que cada uno costó más de 3 500 millones. Con dos lanzamientos al año en el momento cumbre del proyecto, el programa Apolo costó unos 150 000 millones de dólares actuales.

Tras ello y con el objetivo de reducir gastos y poder hacer lanzamientos con mayor frecuencia, la NASA puso en marcha el programa del transbordador espacial. Sin embargo, aun así eso le costó al contribuyente estadounidense 500 millones de dólares por lanzamiento, que en su momento cumbre llegaron a ser cinco al año. Sin embargo, desde el 2000 y la llegada de la industria espacial privada, los costes han caído enormemente. Hoy, el Falcon 9 le cuesta a SpaceX 61 millones de dólares por lanzamiento y el Falcon Heavy no llega a los 100 millones. Sin embargo, a pesar de la caída, estas cifras significan que muy pocos individuos y compañías tienen oportunidad de ir al espacio, e incluso si tienen los medios para hacerlo, los lanzamientos actualmente tienen una lista de espera de dos años.

Todo ello podría cambiar con el compromiso de Rocket Lab de realizar un lanzamiento semanal con un coste de solo 4,9 millones de dólares por vuelo. Esto es posible por su método único y eficiente de construir y lanzar los cohetes: con la misma cantidad de combustible que utiliza un avión para ir de Los Ángeles a San Francisco, el Electron puede poner un cargamento en el espacio.

El secreto del cohete es su motor Rutherford, que toma muchas de las innovaciones de diseño aplicadas por primera vez por SpaceX pero desarrolladas a una escala menor. Quizá lo más notable

es que el Rutherford tiene un ciclo de propulsión completamente eléctrico, que usa motores también eléctricos para las turbobombas. Además, es el primer motor de oxígeno e hidrocarburos que utiliza la impresión 3D para todos sus componentes principales, lo que permite crear estructuras complejas pero ligeras que no se pueden conseguir mediante técnicas tradicionales. El resultado es que la compañía no solo ha reducido los costes, sino que también ha disminuido el tiempo de construcción de varios meses a unos pocos días.

Todo esto también ha permitido una rápida escalabilidad. Como dijo el CEO de la compañía, Peter Beck, «el vehículo ha sido diseñado desde el principio para ser producido en masa [...] tenemos un motor fabricado en impresoras 3D: con seis impresoras podemos producir uno en 24 horas. Para mejorar eso simplemente hay que comprar más impresoras. Todo el vehículo de lanzamiento ha sido diseñado pensando en su producción».

Debido a que las tecnologías clave que utiliza —desde los motores eléctricos de alto rendimiento y las baterías de polímeros de litio a las impresoras 3D utilizadas en su construcción— están experimentando la misma curva de experiencia que las tecnologías que analizamos en el capítulo anterior, estos cohetes, como muchas otras cosas, verán reducido su precio a partir de ahora.

Rocket Lab no es el único participante ansioso por utilizar la impresión 3D para reducir los costes de un negocio que todavía es prohibitivamente caro. Relativity Space —con base en Hawthorne, California, como SpaceX— quiere reducir el coste de los lanzamientos de cohetes a una parte de los 60 millones que cuesta actualmente simplificando la producción y eliminando el trabajo humano de la construcción de cohetes, lo que todavía representa el 90 % del coste total.

Las impresoras 3D de la compañía, con sus brazos robóticos de cinco metros, se encuentran entre las más grandes jamás construidas. Equipadas con láseres que pueden fundir un flujo constante de alambre de aluminio, convertirlo en metal líquido y darle forma, representan un salto cualitativo en las herramientas disponibles para un negocio de tamaño medio. Los fundadores de la compañía afirman que, a mediados de los años veinte, habrá un buen puñado de estos brazos disponible para construir todo el cuerpo de un cohete completo con unas medidas de 27 metros de alto y 2 metros de ancho y con la capacidad de poner en órbita 900 kilos. Prevén que el tiempo de construcción va a ser de menos de un mes, todo para un propulsor que, aunque es relativamente pequeño, será más grande que el Falcon 1 original lanzado por SpaceX en 2008.

Aunque la compañía espera que el cohete Terran 1 esté operativo en 2021, por ahora las impresoras solo han producido un tanque de combustible de 2 metros de ancho y 4 de alto, lo que llevó varios días, y un motor que tardó en estar listo una semana y media. Incluso si el progreso es más lento de lo previsto, lo que es probable, el enfoque que se ha adoptado para el diseño representa un cambio de paradigma. Mientras el transbordador espacial de la NASA tenía 2,5 millones de partes móviles y las máquinas de SpaceX tienen unas 100 000, Relativity Space quiere que sus cohetes tengan menos de 1 000 partes móviles, es decir, menos que la mayoría de los coches. Además, en lugar de contar con cadenas de producción globales, prevén que todo el cohete se construya en Estados Unidos.

Seguramente este enfoque será el habitual en la industria en un futuro cercano. El cohete New Shepard de Blue Origin tiene cientos de partes imprimidas con impresoras 3D, y esa cifra crece de forma constante. Esto está generando una rápida caída de los

costes para los nuevos participantes potenciales, especialmente para aquellos que buscan construir un prototipo y replicar sus diseños rápidamente. Como dijo Bob Richards, de Moon Express, en agosto de 2017, «en 2010, el primer presupuesto de una compañía aeroespacial que no nombraré para nuestro sistema de propulsión fue de 24 millones de dólares y 24 meses. Ahora estamos imprimiendo nuestros motores por 2000 dólares en dos semanas».

Todo esto significa que, para mediados de los años veinte, podemos esperar cohetes increíblemente baratos y constantemente mejorados que lleven cargas al espacio para varias organizaciones. Aunque la mayor parte de sus cargamentos van a ser satélites muy pequeños, otros serán vehículos de aterrizaje capaces de volver a la Tierra. Si bien el progreso será intermitente, estas tendencias será la base para el surgimiento de una industria que definirá el siglo XXI: la minería espacial.

Moon Express

A finales de 2017, Moon Express expresó su intención de construir una base lunar en el polo sur de la luna en el plazo de tres años. Comenzarán desplegando varios robots de exploración que irán desde el pequeño MX1 al más grande MX9. Todos estos robots van a contar con el motor «eco-friendly» PECO, cuyo combustible se extraerá de los elementos básicos que se encuentran en todo el sistema solar: oxígeno e hidrógeno. Esto es crucial, porque el obstáculo más grande para el establecimiento de una industria espacial es el repostaje fuera del planeta. El motor PECO, y otros como él, necesitará operar en el espacio con combustible producido donde sea que esté.

La idea es desplegar estos vehículos no tripulados para que sirvan como aterrizadores y orbitadores. El MX9 tiene como misión llevar al MX1 a la superficie de la luna, donde fabricará combustible a partir del hielo lunar, que luego utilizará para volver a la Tierra. No obstante, el nombre de Moon Express no debería confundirnos sobre el alcance de las ambiciones de la empresa. Aunque su objetivo inicial es el único satélite natural de la Tierra, el objetivo a largo plazo es establecer una infraestructura autónoma que pueda usarse para prospectar planetas, lunas y asteroides del Sistema Solar en busca de recursos. Naturalmente, estos recursos incluyen minerales pero, dado que el motor PECO funcionará con oxígeno e hidrógeno, también buscará hielo. Aunque los metales como el cobalto o el platino serán el objetivo principal, la compañía también quiere transformar la Luna, Marte —y cualquier otro sitio con depósitos importantes de agua congelada— en gasolineras gigantescas.

Si bien la premisa de la mayor parte de la ciencia ficción es que nuestros descendientes viajarán por las estrellas simplemente por el deseo de explorar, de ir hacia lugares donde nadie más ha estado, el impulso que está produciendo todo esto está lejos de ser altruista. En ningún sitio está tan claro este hecho como en la Estrategia Exploratoria Global (GES por sus siglas en inglés) publicada por la NASA y otras trece agencias espaciales en el año 2007, meses antes de los primeros rumores de la crisis financiera global. En ella se detalla el marco que determina la coordinación entre los países más poderosos del mundo y se establece la base para que las empresas privadas obtengan beneficios económicos en el espacio en un futuro cercano.

Una década después, muchas de las suposiciones del documento son ya evidentes. El texto señalaba que la exploración espacial

«ofrece importantes oportunidades empresariales mediante la creación de una demanda de nuevas tecnologías y servicios [...] para la extracción y el procesamiento de recursos en el propio espacio». Se aventura incluso en aspectos más específicos, añadiendo que «las rocas lunares son ricas en oxígeno que puede ser explotado para mantener sistemas de soporte vital en las operaciones lunares. El oxígeno líquido también se puede utilizar como propulsor de cohetes y será más barato producirlo en el espacio que llevarlo desde la Tierra». En el 2009 la NASA había confirmado la existencia de cantidades importantes de agua en la Luna, a la que Moon Express se había referido como «el petróleo de nuestro sistema solar».

El texto pasa a afirmar explícitamente cómo la cooperación internacional en el espacio se desarrollará para facilitar los intereses privados en lugar de competir con ellos: «Para que las empresas tengan confianza en la inversión que van a realizar, necesitan la certeza de un compromiso a largo plazo con la exploración espacial, la oportunidad de hacer llegar sus ideas a los gobiernos y garantías legales. Esto implica un entendimiento común en asuntos tan complejos como los derechos de propiedad o la transferencia tecnológica».

En resumen, el GES muestra cómo los Estados-nación van a acordar las reglas para una nueva carrera espacial, una en la que van a ser las empresas y no los países los que van a competir, y que hará que la élite mundial sea aún más rica.

El patrimonio común de toda la humanidad

Pero a pesar de los deseos de las empresas tecnológicas y de la ideología de mercado, la ley puede resultar más complicada.

El Tratado del Espacio Exterior, redactado en 1967 y ratificado por un centenar de países incluído Estados Unidos sigue siendo la norma internacional sobre lo que la humanidad tiene permitido hacer más allá de los confines de la Tierra. El tratado afirma específicamente que el espacio es «patrimonio común de toda la humanidad» y que los países no pueden hacer una «apropiación nacional» o reclamar la soberanía sobre la Luna u otros cuerpos celestes «por ocupación o por otros medios».

Dicho esto, es cierto que el tratado es un documento de su tiempo. Dado que fue redactado en una época en la que solo los Estados tenían capacidad de participar en la exploración espacial, y fundamentalmente solo las superpotencias, no menciona los derechos y las obligaciones de las empresas privadas. Ya que no hay una prohibición explícita de que las corporaciones puedan reclamar derechos, la minería espacial podría regularse con parámetros legales similares a los que rigen la pesca en aguas internacionales.

Como quizás era de esperar, Naveen Jain, cofundador de Moon Express, es optimista con la cuestión legal. En 2011 afirmó que «existen sólidos precedentes legales y consensos sobre los recursos que se liberan mediante inversión privada, y eso mismo se aplicará en la luna».

Por supuesto, hay un problema con el pensamiento de Mr. Jain: la «inversión privada» no es responsable del nivel tecnológico que hay actualmente en cohetes, robótica, impresión 3D y otras tecnologías claves para la exploración espacial. Incluso ahora, el actor que más está innovando en la industria, SpaceX, continúa siendo dependiente de los contratos de la NASA para financiar su investigación y desarrollo. Lo que quiere Jain, como hemos visto repetidamente con los poderosos, es socializar las pérdidas con investigación financiada por los Estados y privatizar los beneficios.

Rechina incluso la frase «que se liberan mediante la inversión privada», como si los millonarios que se aprovechan de la investigación financiada con fondos públicos actuaran por el bien común. Sin embargo, esto está en consonancia con el fundamentalismo del mercado y, como escribió Marx, los que son como Jain llevan viendo desde hace siglos los bienes de la naturaleza como productos del capitalismo:

> Los elementos naturales que entran como agentes en la producción y que no cuestan nada, [...] no entran como componentes del capital, sino como un regalo gratis de la naturaleza al capital, es decir, como un regalo gratis del poder productivo de la naturaleza al trabajo, que sin embargo aparece como productividad del capital, como lo hace toda otra productividad en el modo de producción capitalista[17].

Parafraseando la frase del realismo capitalista: ¿es más fácil imaginar el fin del mundo que la propiedad pública de la riqueza? ¿Por qué debería ser así?

Durante los primeros sesenta años de exploración espacial, fueron los Estados los que lograron todos los avances significativos. Desde los cohetes Braun V2 al Sputnik soviético o las icónicas misiones Apollo de la NASA, la inversión privada no influyó en ninguno de estos avances tecnológicos. Así, contamos con un argumento de mucho peso para afirmar que el espacio es efectivamente patrimonio de la humanidad. Las tecnologías que están destinadas a poner su abundancia a nuestro alcance fueron financiadas por la gente corriente, no por inversores ricos.

Por supuesto, eso no ha impedido que algunos países intenten ayudar a sus intereses económicos domésticos a expensas de los

17. *El capital*, vol. 1. Traducción de Mercedes Pardo. International Publishers, 1985. Pág. 765. [N. de la T.]

demás. En 2015, Barack Obama legisló para que las empresas privadas pudiesen participar en la extracción de recursos más allá de las fronteras del planeta por primera vez, siempre que esas empresas fuesen propiedad de ciudadanos estadounidenses en su mayor parte. Por ahora, la NASA mantiene formalmente una posición neutral en la materia, pero la realidad subyacente está cambiando rápidamente.

Eso se expresó claramente en una reunión de un subcomité perteneciente al Comité de Comercio, Ciencia y Transporte del Senado estadounidense que tuvo lugar en mayo de 2017. Titulado «Reabrir la frontera estadounidense: explorando cómo el Tratado del Espacio Exterior puede afectar al comercio y la colonización estadounidense del espacio», su propósito era poner a prueba los límites del Tratado del Espacio Exterior con el objetivo de maximizar las oportunidades para las empresas privadas. Lo más indicativo de su forma de pensar fue el discurso dado a finales de ese año por Scott Pace, el director ejecutivo del Consejo Nacional Espacial estadounidense:

> Vale la pena repetirlo: el espacio exterior no es un «bien global común», no es «la herencia común de la humanidad», no es «*res communis*», no es un bien público [...] estos conceptos no aparecen en el Tratado del Espacio Exterior, y Estados Unidos siempre ha sostenido que estas ideas no describen el estado legal del espacio exterior.

Estas son las palabras de las personas y las instituciones que se están preparando para la mayor lucha económica del próximo siglo: quién posee los recursos y la riqueza del espacio exterior.

Estados Unidos está lejos de ser el único que actúa así. En enero de 2017, Luxemburgo empezó a crear el marco legal para las compañías de minería de asteroides que se estableciesen en el ducado. Planetary Resources, una compañía que busca establecerse

como un participante clave en la industria, aceptó rápidamente la oferta.

Es esperable una oleada de retórica, presión por parte de las compañías y actividad legal. Al fin y al cabo estamos al borde de un cambio de paradigma en el ámbito de los recursos. Algunos ven esto como una ruta hacia un enorme enriquecimiento personal. Como dijo Peter Diamandis, cofundador de Planetary Resources, «creo que el primer trillonario lo será gracias al espacio y que los recursos de los que estamos hablando son activos multimillonarios».

Más allá de los límites de la Tierra

La existencia de los asteroides fue confirmada a comienzos del siglo XIX, cuando, en 1801, se observó por primera vez el planeta Ceres. Pronto los científicos comenzaron a distinguir asteroides de meteoritos: los primeros tienen un diámetro mayor de un metro, los segundos menor. Por su parte, la diferencia con los cometas es cualitativa: mientras los asteroides consisten principalmente en rocas y minerales, los cometas están compuestos de polvo y hielo.

Como los planetas, los asteroides orbitan alrededor del sol, aunque solo unos pocos de ellos son esféricos del todo. A los que lo son, como Ceres, se les llama «planetas enanos» porque son lo suficientemente grandes como para que su masa gravitacional los haya comprimido en una esfera. Las estimaciones más generosas creen que hay más de doscientos planetas enanos en el cinturón Kuiper del sistema solar exterior, además de más de un millón de asteroides de más de un kilómetro de diámetro.

Sin embargo, en términos de prospección a medio plazo, hay un cuerpo de objetos más interesantes que se encuentran más

cerca de casa. Actualmente, conocemos más de 16 000 asteroides próximos a la Tierra (NEA por sus siglas en inglés) de un tamaño que va de un metro a más de 32 kilómetros. Se calcula que hay unos 1 000 NEA de más de un kilómetro de diámetro y unos 8 000 de más de 140 metros. Las estimaciones más generosas creen que hay más de un millón de NEA de 40 metros de diámetro o menos, de los cuales solo se ha descubierto un 1 %.

Tanto si Moon Express consigue explorar el único satélite de la Tierra antes de continuar como si Planetary Resources comienza a prospectar los NEA, la abundancia potencial de riqueza mineral que hay en el espacio escapa a nuestra comprensión. Una estimación afirma que un asteroide rico en platino que mida 500 metros de ancho puede contener casi 175 veces la producción anual de este metal, 1,5 veces las reservas mundiales conocidas. Incluso un asteroide más pequeño que mida lo que un campo de fútbol puede contener plantino por un valor de hasta 50 000 millones de dólares.

El cinturón de asteroides contiene probablemente unos 825 quintillones de toneladas de hierro, con más de 60 kilos de níquel por cada tonelada de hierro. Según una estimación, si la riqueza mineral de los NEA se divide entre todos los habitantes de la Tierra, sumaría más de 100 000 millones de dólares para cada uno. Si conseguimos acceder a ella, la naturaleza ofrece no solo más energía de la que podemos imaginar, sino también más hierro, oro, platino y níquel del que hemos visto nunca. Ahora mismo, los recursos a los que tenemos acceso son solo unas migajas en un supermercado lleno de comida. Con la tecnología adecuada, la escasez mineral también será algo del pasado.

Los avances necesarios para que la minería de asteroides sea una realidad aparecen constantemente. La nave espacial no tripulada

Hayabusa, de origen japonés, aterrizó con éxito en el asteroide 25143 Itokawa en 2005, y volvió a la Tierra con muestras de material de la superficie cinco años después. En 2014, la Agencia Espacial Japonesa lanzó una segunda misión, Hayabusa 2, con el asteroide 162173 Ryugu —la opción más efectiva en relación al coste-beneficio para la minería de asteroides— como destino previsto. Hayabusa 2 aterrizó en junio de 2018 y se espera que vuelva a la Tierra con muestras en algún momento de 2020.

Sin embargo, Japón no es el único país que se ha puesto en marcha en lo que se refiere a la prospección de asteroides: en 2016, la NASA lanzó el OSIRIS-REx para estudiar y tomar muestras del asteroide 101955 Bennu, con fecha prevista de regreso en 2023. No es sorprendente que China tenga ambiciones similares: su agencia espacial planea enviar una nave al planeta enano Ceres en algún momento de los años treinta.

Pero aunque la mayoría de las inversiones las están realizando los Estados, como ha sucedido siempre con la exploración espacial, es el sector privado el que espera recoger los beneficios. Los dos actores más importantes en este campo embrionario —Deep Space Industries y Planetary Resources— han elegido adoptar un enfoque similar, centrándose en la prospección de asteroides con una mezcla de tecnología de bajo coste para satélites y aterrizadores. DSI ha desarrollado lo que han llamado el Xplorer, y Planetary Resources una infraestructura sorprendentemente similar bajo el nombre de Arkyd. Como la producción de combustible sobre el terreno y la minería todavía quedan lejos, el objetivo de esta ronda inicial de productos es entender mejor la composición de determinados asteroides e identificar depósitos de hielo que pueden, en el futuro, ser convertidos en carburante. Como le sucede a Moon Express, el eslabón perdido es la capacidad de crear combustible en el espacio en un proceso sin ninguna supervisión

humana. Dada la rápida mejora que han experimentado los robots autónomos y los vehículos desde 2004, esto puede suceder más pronto de lo que pensamos.

De hecho, Chris Lewicki, CEO de Deep Space Industries, es bastante optimista y prevé que la primera extracción comercial de agua de un asteroide sucederá a mediados de los años veinte. Esto, combinado con el auge de los lanzamientos regulares y ultrabaratos y los robots cada vez más complejos, darán forma a las rondas iniciales de la minería de asteroides. Cuando se combina con mejoras en la robótica de precisión —tengamos en cuenta el rápido desarrollo del robot Atlas—, comienza a surgir el esquema de las tecnologías que se van a necesitar.

Una vez que empresas como Deep Space Industries y Planetary Resources hayan explorado y reclamado asteroides, y una vez que hayan perfeccionado métodos para producir carburante a partir del hielo disponible, la industria pasará de viable a rentable. Esto continuará con una segunda ronda de productos —extractores— que usarán el carburante de los asteroides para acercarlos a la Tierra y minarlos o, en el caso de aquellos que tengan una concentración de agua especialmente grande, para crear las «gasolineras» que necesita una incipiente industria que quiera ir cada vez más lejos.

La lucha por el espacio

Un estudio de 2012 de Caltech calculó que mover un asteroide a una órbita cercana a la Tierra para facilitar el minado costaría solo 2600 millones de dólares. Otro estudio de Goldman Sachs de 2017 lo confirmó: «aunque la barrera psicóloga de la minería de asteroides es alta, las barreras financieras y tecnologías actuales son mucho más bajas. Probablemente, las sondas de prospección

se puedan construir por unas decenas de millones de dólares cada una». Aunque 2000 millones de dólares pueden parecer mucho, es comparable al coste de abrir una nueva mina de tierras raras en nuestro planeta, que, según los cálculos del MIT cuesta actualmente unos 1000 millones de dólares. Todo esto significa que, una vez que esté lista la infraestructura para la minería de asteroides, quizás para 2030, el coste marginal de cada nueva mina caerá con cada nuevo asteroide que se explote. Esto creará un ciclo de retroalimentación con infraestructuras cada vez mejores e incentivos cada vez más altos para extraer minerales fuera de nuestro planeta.

Esto no significa que la minería de asteroides no tenga que superar retos importantes antes de convertirse en una industria viable. Los robots con los niveles necesarios de coordinación sensorial y motora están a décadas de distancia, aunque, como se señaló en el capítulo cuatro, es más una cuestión de cuándo se conseguirá que de si se conseguirá. Una cuestión más importante es que, más allá de modelos predictivos basados en categorías amplias, no se conoce la composición precisa de los asteroides. ¿Qué sucede si una compañía elige un asteroide y una vez que está allí se da cuenta de que contiene mucha menos agua y platino de la esperada? Entre eso y los inmensos costes requeridos, especialmente en robótica, es difícil predecir cómo se comportarán actores como DSI y Planetary Resources cuando empresas como SpaceX o Blue Origin tengan una tecnología mucho más desarrollada y un capital mucho más grande para arriesgar.

No obstante, todos estos problemas se pueden superar, aunque, como sucede con todas las industrias emergentes, es imposible predecir cómo se desarrollará. Sin embargo, teniendo en cuenta los nuevos horizontes que puede abrir y el hecho de que puede

abordar problemas como la escasez de recursos, el auge de la minería de asteroides en el próximo siglo parece inevitable.

Abundancia más allá del valor

Hay una cuestión final, sin embargo, que muchos en la industria no parecen estar dispuestos a enfrentar. Se trata de un problema nacido del éxito, que recuerda a cómo la crisis del estiércol de caballo de 1894 puso los límites de la Primera Disrupción frente a la abundancia de la Segunda. También es un problema nacido de la oferta ilimitada, que, como ya hemos visto, es difícil de reconciliar con el mecanismo de fijación de precios.

Hay tanta riqueza mineral más allá de nuestro planeta, en otros planetas, lunas y asteroides, que, en el momento en que la minería espacial se convierta en una industria viable, va a desplomarse el precio de los bienes que los inversores han creído de gran valor.

El mejor ejemplo en este sentido es el asteroide 16Pysche, localizado en el cinturón entre Marte y Júpiter. Con una medida de más de 200 kilómetros de diámetro, es uno de los asteroides más grandes de nuestro sistema solar y está compuesto de hierro, níquel y elementos más raros aún como oro, platino y cobre. ¿El «valor» de esta mina flotante gigante? Unos 10000 cuadrillones de dólares, y eso contando solo el hierro. Para ser claros: Psyche es una rareza. Pero demuestra un punto crucial: la minería espacial puede generar una oferta tan disparatada como para que los precios se desplomen en la Tierra.

En agosto de 2007, Peter Diamandis, cofundador de Planetary Resources, preguntó a Erika Wagner, de Blue Origin, quién ganaría en una pelea entre su jefe, Jeff Bezos, y Elon Musk. «Bueno,

Peter, déjame contarte lo que estamos haciendo en Blue Origin», contestó diplomáticamente Wagner. «Estamos mirando hacia un futuro en el que millones de personas vivirán y trabajarán en el espacio. Lo que creo que es realmente fantástico es que el universo es infinitamente grande, así que no necesitaremos peleas a puñetazos [...]. Vamos a salir todos ahí fuera y a crear ese futuro juntos».

Aunque Wagner está en lo cierto al señalar que nuestro sistema solar tiene más riqueza mineral de la que podemos imaginar, gente como Musk o Bezos no están arriesgando sus fortunas personales —el primero ha estado al borde de la bancarrota en varias ocasiones pero se ha negado a sacar SpaceX a bolsa— para que otros se hagan ricos. Es más, una vez que salgan a bolsa compañías como DSI y Planetary Resources, y los competidores que van a surgir inevitablemente, el énfasis se pondrá en la tasa de rendimiento más que en el progreso social.

Como hemos visto con la información a principios del siglo XXI, bajo condiciones de abundancia el capitalismo busca establecer formas de racionamento para asegurar los beneficios. Dada la potencial riqueza ilimitada que hace posible la minería de asteroides, las empresas privadas del sector y sus aliados políticos buscarán aplicar la misma lógica.

Como con la información, y pronto también con las energías renovables, eso necesitará la formación de algún tipo de monopolios temporales. ¿Cómo podrían ser estos monopolios? Una posible respuesta es que las compañías privadas van a explorar y reclamar los asteroides más valiosos décadas antes de que ni siquiera puedan intentar explotarlos, algo que estamos comenzando a ver ya. Otra respuesta puede ser la aplicación de derechos de propiedad intelectual a determinadas tecnologías que se usan para la minería, quizás en el proceso de convertir hielo en

carburante, creando escasez en ese punto. Finalmente, y quizás lo más lógico, es posible que se adopten precios abusivos para las mercancías procedentes de la minería espacial, solo ligeramente por debajo del coste de operar las minas terrestres, más baratas. Esto serviría para mantener apagadas las perforadoras de la Tierra mientras se mantiene la estabilidad de los precios y se garantizan enormes beneficios para las compañías mineras.

No es difícil imaginar que las grandes corporaciones y el establishment político justificarán esta maniobra, y que las compañías de minería espacial se presentarán como las guardianas del futuro. «Hemos aprendido la lección como especie», dirán, repitiendo lo que parecerán argumentos progresistas tomados del movimiento ecologista. «Hemos arruinado un planeta, no arruinaremos otros». Mientras tanto, como ha predicho públicamente Peter Diamandis, aquellos que están involucrados en la minería se unirán a los rankings de las personas más ricas de la Tierra.

Eso no quiere decir que unos recursos tan abundantes no deban manejarse responsablemente, o que debamos explotar las minas espaciales tanto como lo hemos hecho en la Tierra. Por el contrario, el Tratado del Espacio Exterior debe ser clarificado, especialmente las reglas que se refieren a la explotación de los minerales del espacio con fines lucrativos. Para ello podemos guiarnos por el Protocolo de Madrid incluido en el Sistema del Tratado Antártico[18], cuyo artículo tres, que afirma «la protección del medio antártico y su naturaleza por su valor científico y estético» puede ser una base fundamental, mientras que el artículo siete añade «que queda prohibida cualquier actividad relacionada

18. En un discurso ante la Asamblea General el 22 de septiembre de 1960, el presidente Eisenhower propuso de hecho que los principios establecidos en el Tratado Antártico se aplicaran al espacio exterior y los cuerpos celestes.

con los recursos minerales que no esté destinada a la investigación científica».

De forma similar, el Tratado del Espacio Exterior afirma que la exploración y el uso del espacio exterior es «patrimonio de toda la humanidad». Pero, a diferencia del lenguaje claro que utiliza el Protocolo de Madrid, parece que el Tratado necesitaría un cuerpo internacional para asegurar la distribución justa de la riqueza antes de que entidades privadas como DSI y Planetary Resources puedan aprovecharse. De hecho, el presidente Eisenhower aludió precisamente a eso cuando, dirigiéndose a las Naciones Unidas en septiembre de 1960, propuso que el mundo «siguiese adelante con un programa de cooperación internacional para los usos constructivos y pacíficos del espacio exterior bajo el auspicio de Naciones Unidas».

El espacio nos pertenece a todos, aunque solo sea porque las tecnologías que permiten que su abundancia estén cada vez más cerca serían imposibles sin financiación pública. Solo el dinero gastado en la Estación Espacial Internacional suma 150 000 millones de dólares, una cifra similar a lo que costaron las misiones Apolo de la NASA[19]. Del V2 al Sputnik, e incluso la actual SpaceX, los costes de la exploración espacial han sido socializados. Por tanto, los beneficios también deben serlo. Las compañías privadas fueron incapaces de poner en órbita siquiera un cohete de carburante líquido hasta 2008, sesenta y cuatro años después de que el V2 abandonara la atmósfera de la Tierra. La innovación del sector privado no parece gran cosa.

El capitalismo tiene varias características útiles. Sin embargo, ninguno de sus defectos iguala a su incapacidad para aceptar la abundancia natural. Cuando se enfrenta a unas condiciones

19. Se calcula que costó 25 400 millones de dólares de 1973.

como esas para los recursos —como con la información, la energía y la mano de obra— la producción mercantil comienza a funcionar mal.

Todo esto puede explicarse por el hecho de que el capitalismo surgió en un mundo fundamentalmente diferente del que ahora tenemos a la vista. Eso implica que aceptaba un conjunto de suposiciones que se tomaron como permanentes pero que han resultado ser, en realidad, contingentes. Cuando existe una oferta ilimitada y prácticamente gratuita de cualquier cosa, su lógica interna empieza a romperse. Eso es porque su suposición central es que siempre va a haber escasez.

Sin embargo, ahora sabemos que no.

7

Modificar el destino: edad y posescasez en la salud

Somos como los dioses...deberíamos intentar
que además se nos dé bien.

Stewart Brand

Una especie que envejece

En 2020, por primera vez en la historia de la humanidad, habrá más gente con más de sesenta y cinco años que con menos de cinco. En 2050, habrá más gente con más de sesenta y cinco que con menos de catorce. Este es quizá el mayor logro de nuestra especie, no hay ninguna otra en la que los ancianos superen a los jóvenes.

Aunque es positivo, este cambio trae con él numerosos problemas, entre ellos que vivimos más pero tenemos menos hijos, lo que pone en peligro formas de aseguramiento colectivo basadas

en la premisa de que haya una mayor cantidad de población en «edad laboral» que personas dependientes. De hecho, esas dos primeras condiciones ya se han cumplido en numerosos países, y actualmente se están globalizando. No sabemos si las pensiones públicas y los servicios públicos de atención a los mayores serán viables en el futuro. Si no lo son, resultaría irónico: la prosperidad capitalista permite que más de nosotros lleguemos a una edad elevada, pero muchos carecerán de los recursos para ser atendidos.

A mediados del siglo XVII, el filósofo Thomas Hobbes describió la vida en el estado de naturaleza, una condición hipotética que carecía de gobierno o imperio de la ley y donde la vida era «sucia, brutal y corta». Estas palabras, especialmente la última, se podrían aplicar mucho más allá de las costas de la Inglaterra de Hobbes. Además de la cuestión de la guerra tanto en su país natal como en el extranjero —relativamente constante hasta el siglo XX pero especialmente dura en la década de los años cuarenta del siglo XVII—, el suyo también era un mundo en el que no existía la medicina moderna y donde los adultos raramente vivían más allá de los cuarenta. A mediados del siglo XIX, sin embargo, eso había cambiado debido a que la aplicación del método científico a la atención médica y la higiene provocó un fuerte descenso en la tasa de mortalidad de bebés y niños. Las altas tasas de fertilidad, combinadas con el hecho de que más niños llegaban a la edad adulta, produjeron inevitablemente un crecimiento de la población sin precedentes en los países que estaban a la vanguardia de la Segunda Disrupción.

Esto tuvo unas implicaciones muy profundas. Aunque la humanidad había tardado cientos de miles de años en alcanzar la cifra de 1 000 millones de personas, solo costó 120 años doblar esa cifra. Sin embargo, esto resultó ser solo el comienzo: a finales del siglo

XX la población humana había alcanzado los 6000 millones de personas, y se prevé que a mediados de este siglo lleguemos a los 9600 millones. Si las previsiones se confirman, significará que la población humana se habrá multiplicado por diez en apenas 300 años.

Este aumento de la población va acompañado de otras dos tendencias. La primera es el incremento de la esperanza de vida. En 2015, el ser humano medio, en cualquier lugar del mundo, puede esperar llegar a los 71 años de edad, una mejora de cuatro décadas desde principios del siglo XX. La segunda es una correlación inversa que muestra una caída de las tasas de fertilidad a medida que los países se hacen más ricos. La población de los países crece durante su industrialización, pero esto se reajusta después con la caída de las tasas de natalidad una vez que se consigue cierto nivel de desarrollo. Aunque los dos últimos siglos han visto un crecimiento de la población mundial y aunque se ha acortado el tiempo entre una duplicación de la población y otra, esta tendencia está frenando, y muchos prevén que la población mundial alcance su pico a finales de siglo. Igual que con el consumo de energía, parece que hay algo así como un «límite natural» al crecimiento de la población.

Aunque esto es positivo desde la perspectiva de la distribución de recursos limitados —a mediados del siglo XX muchos creyeron que la tasa de crecimiento de la población era susceptible de aumentar indefinidamente— los problemas que presenta el envejecimiento de la población son, en todo caso, incluso mayores.

Esto quedó claro en una simulación realizada por la agencia de calificación de riesgo Standard & Poor, que encontró que, como resultado del envejecimiento demográfico, el 60 % de los países analizados verían su situación crediticia reducida a la nada en una

generación. Como era de esperar, su conclusión era que el *statu quo* era insostenible y que se necesitaban reformas estructurales que iban desde el aumento en la edad de jubilación hasta la reducción del sector público. Un estudio más amplio publicado tres años más tarde mostró que los problemas eran menos acuciantes, y concluyó que solo un cuarto de los países parecían destinados a tener problemas si la gente vivía más y la tasa de fertilidad continuaba cayendo. Pero quizá el descubrimiento más destacable de este segundo informe fue la dispersión geográfica de los países que señalaba como los que más problemas iban a tener: Ucrania, Brasil, China y Arabia Saudí. Parece que la crisis en el cuidado de ancianos está por encima de los modelos económicos concretos o los valores culturales.

Además, el envejecimiento va a reducir el crecimiento. En 2016 el departamento de investigación de la Reserva Federal estadounidense publicó un artículo que detallaba cómo el cambio demográfico hará que los bancos centrales no tengan poder para elevar las tasas de interés a largo plazo. Citando un ejemplo basado en los cambios demográficos en Estados Unidos, concluía: «la baja inversión, las bajas tasas de interés y el bajo crecimiento de la producción han llegado para quedarse [...]. La economía de Estados Unidos ha entrado en una nueva normalidad». Estas tendencias se observan por toda América, Europa y Asia. Aunque la respuesta política por defecto en las últimas décadas ha sido el llamamiento a aumentar la inmigración (con unas pocas excepciones como Japón), esto es claramente inadecuado, ya que el envejecimiento es una de las consecuencias de la Segunda Disrupción, y por tanto una experiencia por la que están pasando y pasarán todas las sociedades. Cuando Asia y África experimenten las mismas tendencias que han vivido Europa y América antes que ellos, el llamamiento a los inmigrantes económicos para

compensar la escasez de mano de obra se encontrará cada vez más frecuentemente con la respuesta «¿de dónde?».

En la mayoría de los países desarrollados, especialmente en Europa, el descenso en el crecimiento ya está produciendo mayores niveles de gasto. En Reino Unido se prevé que el gasto en sanidad, atención social, pensiones y otros servicios públicos se incremente hasta suponer un 2,5 % del producto interior bruto anual en esta década. Entre 2016 y 2030, la población británica por encima de los 65 años crecerá un tercio y la de los más ancianos —los que están por encima de los 85— se doblará. Mientras los políticos hablan continuamente de «equilibrar las cuentas», en el contexto del cambio demográfico —y en el de un modelo económico fallido— está claro que, en estas condiciones, los enormes agujeros de déficit en los presupuestos serán permanentes.

Envejecimiento en Gran Bretaña: la austeridad más allá de la austeridad

En 2017, el Partido Conservador británico perdió la mayoría parlamentaria. Siete semanas antes, cuando Theresa May convocó elecciones generales anticipadas, parecía imposible cualquier otra cosa que no fuese una victoria aplastante. Aunque hay que aplaudir la forma en que los laboristas pelearon desde el borde del precipicio, es difícil ignorar lo mal que le fue a los tories, que tuvieron su punto bajo en uno de los mayores errores no forzados de la política moderna: el impuesto a la demencia.

La propuesta, que acabó siendo el punto de inflexión en las elecciones, fue tanto una respuesta a una necesidad a largo plazo como una muestra de ingenuidad política. Su lógica era simple: las personas que necesitan atención social deben pagar por ella

hasta que el valor de sus bienes, incluyendo su casa, alcance un límite inferior de 100 000 libras. Aunque la familia no se vería forzada a vender una propiedad durante la vida del paciente —el coste se pagaría después de la muerte—, para muchos equivalía a introducir un nuevo impuesto a la herencia. Eso produjo una ira generalizada, especialmente entre los votantes de su base electoral, porque, aunque parecía progresista, la medida creaba una lotería en la forma en que se pagaban los servicios médicos. Si tenías cáncer, el coste del tratamiento lo asumía la sanidad pública, pero si tenías demencia tenías que apañártelas solo. Los tories incluyeron la medida en su programa electoral, señalándola como dolorosa pero necesaria, porque creían incorrectamente que su liderazgo era indiscutible.

Pero había algo más que miopía política en el impuesto a la demencia. El cambio que proponía, lo que indignó tanto a votantes y activistas conservadores, al menos era una respuesta a la crisis de envejecimiento. Sea quien sea el que gobierne, y sea cual sea su ideología, el aumento de la esperanza de vida y el descenso de la tasa de fertilidad —dos tendencias que en última instancia va a afectar a todas las sociedades— ponen en cuestión la viabilidad de los sistemas de salud y de atención sociosanitaria públicos. Junio de 2017 no va a ser la última vez que una medida contra el envejecimiento cause un enfado de esta magnitud.

Las presunciones sobre que las principales causas de muerte van a permanecer estáticas en los próximos siglos ignoran cuánto han cambiado en los últimos cien años. Las enfermedades infecciosas como la tuberculosis y la gripe, que eran las principales causas de muerte, han retrocedido, mientras que las enfermedades relacionadas con el envejecimiento suponen alrededor de dos tercios de las muertes anuales.

De hecho, en 2016 la principal causa de muerte en Inglaterra y Gales ya no eran los problemas de corazón, sino el alzheimer y la demencia, lo que supone un cambio significativo. La demencia es ya la sexta causa de muerte en Estados Unidos, y es razonable esperar que crezca a medida que aumente la esperanza de vida (en 2013 se previó que la tasa global de demencia iba a triplicarse para 2050). Dado el coste económico que tiene ya esta enfermedad —818000 millones de dólares en 2015— está claro que, entre lo exprimidas que están las finanzas públicas y lo reducida que es la fuerza de trabajo en relación a la población anciana, va a ser inevitable un cambio profundo.

En parte, la causa de que suceda esto se encuentra en en el hecho de que los problemas del envejecimiento y la sanidad son exponenciales.

Igual que la ley de Moore ha significado un progreso extraordinario en la tecnología digital, hay una función exponencial entre las enfermedades relacionadas con la edad y la progresión de los años. Esto significa que el envejecimiento es un problema más grande de lo que incluso los más pesimistas supusieron en un primer momento: las posibilidades de sufrir alzheimer prácticamente se doblan entre los 70 y los 75 años, y se doblan de nuevo entre los 75 y los 80. Para sociedades cada vez más viejas, con una concentración progresivamente mayor de personas por encima de los 85, esto supone un desafío sin precedentes. Incluso si podemos mitigar o curar dolencias como el cáncer, los infartos o los problemas del corazón, la mera acumulación de enfermedades como el alzheimer será difícil de manejar.

Sin embargo, aquí, como sucede con las otras crisis de desempleo tecnológico, cambio climático y escasez de recursos, la Tercera Disrupción ofrece una solución que no solo resuelve el problema sino que va más allá. Y, como con otras respuestas —en

energía, trabajo y recursos— se basa en una tendencia a la oferta ilimitada.

La razón es que, aunque la idea de que «la información quiere ser gratuita» puede parecer limitada en principio a áreas relativamente marginales como la música, el cine y la literatura —además de a formas nuevas de acción colectiva e incluso a la automatización—, en realidad puede resultar muy importante para la sanidad. Quizás esto no debería ser una sorpresa. Después de todo, todos los organismos vivos son esencialmente un compuesto de materia e información: la diferencia entre un virus E.coli y tu mascota favorita es una cuestión de complejidad y escala.

Si bien la información digital consiste en un código binario de ceros y unos, el ADN en cambio está organizado en grandes secuencias de cuatro tipos de nucleobases, abreviadas como C,G, A y T. Aunque en las últimas décadas hemos empezado a entender con mayor detalle esta información biológica, sabemos que estamos a punto de lograr algo mucho más importante: ser capaces de cambiarla.

La información (genética) quiere ser gratuita

En 1953, Francis Crick y James Watson identificaron la estructura molecular del ADN, «el mecanismo básico de reproducción por el cual la vida produce vida», como Crick le escribió después a su hijo. El año siguiente se construyó el primer transistor de silicio. A partir de ese momento, el desarrollo de estos dos campos estaría cada vez más conectado, a medida que las mejoras en nuestra capacidad de entender la base de la vida y las instrucciones genéticas empezaron a depender del progreso de las tecnologías digitales.

Esto culminó en 2003, cuando el Proyecto Genoma Humano completó el mapa de los 3 200 millones de pares del genoma humano. Inaugurado formalmente en 1990 con un presupuesto de 3 000 millones de dólares, realizó la mayor parte de los avances en los años finales debido no solo a la mejora en las técnicas, sino al aumento de la potencia de los ordenadores. De hecho, en las etapas finales del proyecto se hizo cada vez más claro que las mejoras en la secuenciación de genes no eran lineales, sino, como describió la ley de Moore para la computación, exponenciales. Es más, 2003 resultó ser solo el principio. A pesar de que desde el principio era una tecnología de la información, el progreso de la ingeniería genética en las décadas anteriores había seguido de cerca al desarrollo de la informática. Sin embargo, el impulso ganado durante los años de mapeo del genoma humano cambió esto de forma decisiva, haciendo que la perspectiva de las terapias genéticas pasase de la especulación a la realidad.

Así, aunque había costado trece años y miles de millones de dólares secuenciar el primer genoma humano, en 2007 el coste de realizar el mismo proceso para un solo individuo había caído hasta el millón de dólares, un descenso en la curva de precios más grande que cualquier otra tecnología de la información. Y, como el arroz en el tablero de ajedrez, a medida que avanzaban, más increíbles eran las mejoras. Eso significó que en enero de 2015 secuenciar el genoma de un individuo solo costaba 1 000 dólares y dos años después, la compañía biotecnológica Illumina desveló una máquina que podía hacer el trabajo por menos de 100. Igual de impresionante que las mejoras en los precios es lo rápido que se desarrolló el proceso: el mapeo del primer genoma humano había tardado 13 años, pero ahora las máquinas de Illumina necesitaban menos de una hora para realizar el proceso.

Si todo esto suena vertiginoso es porque efectivamente lo es: desde el cambio de milenio, la caída de los costes en la secuenciación del genoma es más impresionante incluso que las mejoras exponenciales de la ley de Moore. Mientras el rendimiento por dólar de un chip informático se duplica cada veinticuatro meses, el coste de secuenciar el genoma ha caído en un factor de entre 5 y 10 veces por año. Incluso si se ralentiza esa caída tan precipitada en el rendimiento de los precios —alineándose quizá con las tendencias existentes en otras ramas de la informática durante una década más— secuenciar el genoma de una persona puede costar solo 30 dólares a finales de la década de los veinte. Eso puede transformar por sí mismo la atención médica, aunque según Raymond McCauley, extrabajador de Illumina, esa conclusión es excesivamente pesimista. Su opinión es que para 2022 secuenciar el genoma va a costar tanto como tirar de la cadena. En otras palabras, va a ser demasiado barato como para pensar en ello siquiera.

El Earth BioGenome Project es ilustrativo de lo rápido que está cambiando este campo. Propuesto por primera vez en 2017, se basa explícitamente en el anterior proyecto del genoma humano. Pero, aunque los logros de su predecesor fueron históricos, cualquier comparación minimiza la escala de las ambiciones de este último. En lugar de mapear el genoma de un individuo, el Earth BioGenome Project quiere secuenciar todas las formas de vida de la Tierra, desde organismos unicelulares a plantas y mamíferos complejos. Aunque el esfuerzo no será barato, esos miles de millones de dólares serán mucho menos de lo que costó mapear el primer genoma humano en el cambio de milenio.

Pero ¿qué beneficios efectivos podría tener secuenciar el genoma regularmente? ¿Cómo podría ayudar a la atención médica y a

los problemas que plantean las enfermedades relacionadas con el envejecimiento? Inicialmente, permitiría contar con la detección más temprana posible de enfermedades como el cáncer, antes incluso de que se mostrasen los síntomas externos, lo que haría que la medicina pasase de reactiva a predictiva. Los derrames cerebrales, el cáncer e incluso el resfriado común ya no aparecerían sin previo aviso, sino que podrían preverse y tratarse de formas que antes eran inimaginables. Esta práctica predictiva comenzaría, seguramente, en el momento del nacimiento.

Durante milenios, los humanos han tenido una gran variedad de ritos de nacimiento para celebrar la llegada de un niño. En la fe islámica, la llamada a la oración, o *adhan*, son las primeras palabras que debe oír un bebé, y en el judaísmo los chicos son circuncidados ocho días después de su nacimiento en una ceremonia llamada *brit milah*. Por todo el planeta, la aparición de una nueva vida va acompañada de ritos antiguos. Sin embargo, en un futuro no muy lejano, lo primero que se le hará a un humano —además de las diferentes costumbres culturales— será secuenciar su genoma. De hecho, ya es corriente en varios países que se tome una muestra de sangre al nacer para detectar enfermedades como la fenilcetonuria o la fibrosis quística[20].

Sin embargo, extender esto a todo el genoma y someterlo después a un análisis realizado por una IA permitiría aislar de forma inmediata los riesgos específicos de la mortalidad infantil, haciendo que esta cayese todavía más. En lo que se refiere al largo plazo, crearía un perfil de salud detallado —desde alergias a riesgo de enfermedades coronarias y cáncer—, además de servir para recomendar pruebas más precisas o tratamiento para enfermedades

20. En algunos casos, se pueden tratar estas enfermedades: todas las discapacidades creadas por la fenilcetonuria se pueden evitar alimentando al niño con una dieta específica que evite la acumulación de fenilalanina (un aminoácido) en la sangre.

como el asma o la miopía. Si suena como algo propio de un futuro lejano, no debería: el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos está gastando actualmente 25 millones de dólares en un programa de cinco años probando precisamente este tratamiento. Y eso antes de que el precio baje a menos de lo que cuesta una chocolatina.

Además, esto será solo el principio de la medicina preventiva. Se ha descubierto que, igual que los niños no nacidos liberan su ADN en la corriente sanguínea de las madres embarazadas, también lo hacen los tumores cancerosos. Eso significa que las biopsias de tejidos, que se utilizan para investigar bultos sospechosos, podrían ser reemplazadas por muestras líquidas en las que se usase el ADN presente en la sangre para detectar, rastrear y tratar el cáncer. Este mismo proceso también podría sustituir a las mamografías y las colonoscopias, no solo por conveniencia y costo, sino también por efectividad.

Además de reducir significativamente las muertes relacionadas con el cáncer, este proceso puede ser relativamente barato y fácil de implementar tanto en países ricos como pobres. Igual que sucedió con el teléfono móvil, países con un producto interior bruto bajo podrían disfrutar de una atención sanitaria inimaginable en las naciones más avanzadas hace solo unas décadas. Actualmente, nuestra visión de la atención médica de calidad es la de aparatos tecnológicos enormes y caros que ocupan una habitación entera, similar a los ordenadores de los años sesenta y setenta. Pero los secuenciadores de genoma portátiles, que servirán tanto para secuenciar el genoma de recién nacidos como para realizar tratamientos preventivos de cáncer, permitirán reemplazar equipamientos que ocupan una habitación entera para la realización de diagnósticos. Como con las comunicaciones y las infraestructuras energéticas, el crecimiento de la atención médica

puntera en el sur global será muy diferente a las infraestructuras que existen en lugares como Europa y Estados Unidos. Una vez más, las tecnologías de la Tercera Disrupción permitirán que los países más pobres se salten algunos de los parámetros convencionales del desarrollo, lo que implicaría que en unas décadas países relativamente pobres podrían tener tasas de detección de cáncer más impresionantes que las de los países ricos actuales. Si lo consiguen o no dependerá, por supuesto, de las políticas de redistribución de la tecnología.

Si los secuenciadores genéticos portátiles suenan descabellados —recuerda quizá al tricorder de *Star Trek*— no hay de qué preocuparse, porque ya existen. El secuenciador MinION, que cuesta 1 000 dólares, cabe en la palma de la mano y pesa noventa gramos, puede secuenciar el genoma de organismos como el virus del ébola varias veces y a una velocidad muy alta. Aunque la tecnología todavía no puede manejar la complejidad de organismos como el ser humano, si tenemos en cuenta las mejoras en el rendimiento por precio, es solo una cuestión de tiempo.

Pero, aunque la secuenciación genética va a cambiar la forma en que se administran los cuidados médicos —creando medicina preventiva que permitirá responder a la enfermedad antes incluso de que aparezcan los síntomas— el mayor avance en la biotecnología será la terapia genética. En términos de las principales causas de muerte, cuyo factor de riesgo más importante es la edad, esto creará una abundancia en la atención sanitaria que superará a los problemas exponenciales producidos por el envejecimiento.

Oferta ilimitada en la atención sanitaria: terapias genéticas

La ingeniería genética no es nueva. De hecho, hemos alterado conscientemente el genoma de diferentes especies desde hace

12 000 años a través de la cría selectiva, una innovación clave de la Primera Disrupción. Esto nos proporcionó animales preparados para el trabajo y cultivos como el trigo, que eran resistentes, fáciles de cultivar y nutritivos. Aunque adquirimos dominio en estos campos antes de tener ciudades, escritura o matemáticas, no fue hasta el siglo XIX cuando entendimos cómo funciona este mecanismo, gracias al trabajo de Gregor Mendel.

Después de Mendel, la comprensión de la herencia genética se pareció cada vez más a una ciencia que a un arte. A mediados del siglo XX, nuestro conocimiento de este campo era tan impresionante que los humanos comprendimos cómo podíamos acelerar procesos que veíamos en la naturaleza —la evolución— dentro de un laboratorio. Aunque en 1952 se entendió que el ADN era responsable de la herencia genética y un año más tarde Crick y Watson formularon el modelo de doble hélice, los primeros animales producidos gracias a la ingeniería genética no nacieron hasta principios de los setenta. Este avance es tan profundo como el transistor, el circuito integrado e incluso la máquina de vapor de Watt. En solo unas décadas, la ciencia teórica se ha convertido en tecnología aplicada.

Aunque llegó a la opinión pública y aparece en muchas películas de Hollywood, este salto histórico tuvo poco impacto en la provisión de la atención médica. Las técnicas necesarias eran enormemente caras y complejas, lo que supuso que los avances en este campo fueran lentos durante más de una generación. Pero, igual que cualquier otra cosa sujeta a desarrollo exponencial, lo que parecía inercia pronto se convirtió en una avalancha de cambios.

La modificación genética es un tipo de ingeniería genética en la que se inserta, elimina o sustituye ADN del genoma de un

organismo. Esto se consigue mediante la utilización de enzimas de restricción, llamas también «tijeras moleculares», de las cuales ha habido, hasta hace poco, tres tipos: meganucleasas, nucleasas con dedos de zinc (ZFN por sus siglas en inglés) y nucleasas de actividad similar a los activadores de transcripción (TALEN por sus siglas en inglés). Aunque hay variaciones significativas en los precios de cada proceso y las nucleasas ZFN y TALEN han sido desarrolladas más recientemente, las tres han estado fuera del alcance de todos, excepto de las instituciones más ricas. De forma similar a los ordenadores a principios de los setenta, la edición genética estaba reservada exclusivamente a los investigadores de élite y sujeta a gastos enormes. El resultado fue que la experimentación y los ensayos fueron escasos, caros y lentos.

Sin embargo, esto ha cambiado en los últimos años con la llegada del CRISPR-Cas9. CRISPR es un nuevo enfoque que reduce los costes de la edición genética en un 99 % y la duración de los experimentos de meses a semanas. Aunque todavía no se ha perfeccionado del todo y no siempre es lo suficientemente precisa, CRISPR es una técnica programable y fácil de utilizar por casi todos los laboratorios, que permite que los científicos editen la información genética con una eficiencia que no tiene precedentes. Igual que SpaceX y la tecnología de los cohetes, CRISPR-Cas9 no da a los humanos la posibilidad de hacer algo particularmente nuevo. Por el contrario, ilustra cómo el hecho de que la información quiera ser gratuita supone una disrupción en la visión mayoritaria de la escasez y hace que la oferta ilimitada sea posible. La forma en que tratamos con la biología, sobre todo con la nuestra, va a ser transformada tan radicalmente como el trabajo con la automatización, la energía con las renovables y los recursos con la minería espacial.

La técnica en sí misma es simple y elegante. Se debe a que la CRISPR (siglas en inglés de Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas) imita el mecanismo inmunológico de las bacterias cuando son atacadas por virus en la naturaleza. Cuando se enfrenta a una situación así, la bacteria toma tiras del ADN del virus y las inserta en el suyo usando una enzima llamada Cas. Estas secuencias recién formadas son CRISPR, que la bacteria utiliza luego para producir copias de ARN y así reconocer el ARN viral y repeler futuros ataques.

Aunque estos procesos se conocen y se han estudiado desde principios de los noventa, hubo que esperar hasta 2013 para que CRISPR fuera transformada en una herramienta útil para la edición genética. Esto se consiguió sustituyendo el ARN CRISPR de la bacteria por un ARN guía modificado que actúa como una señal que informa de dónde mirar a una enzima llamada Cas9. Esto permitió que la enzima escanease el genoma de una célula para aislar una coincidencia antes de cortarla. Aplicando este mismo proceso, los científicos pueden cambiar o añadir ADN en el interior de una célula de una forma que recuerda a cortar, pegar y copiar, aunque por ahora todavía hay un pequeño margen de error. Décadas después de que se confirmara que el ADN es el responsable de la herencia genética, y más de sesenta años después de la invención del transistor de silicona, la información tecnológica puede reprogramar sistemas biológicos con una facilidad cada vez mayor.

Los gobiernos de varios países, incluyendo Estados Unidos y Reino Unido, ya han aprobado el uso de CRISPR-Cas9 en embriones humanos y personas adultas. En internet puedes comprar incluso kits caseros que utilizan ese mismo sistema y utilizarlos para modificar bacterias en tu tiempo libre. La modificación de bacterias para que brillen en la oscuridad como las medusas o

desarrollen resistencia a ciertos tipos de antibióticos habrían ganado un Premio Nobel hace treinta años, hoy lo hacen alumnos de secundaria.

Los ensayos con CRISPR-Cas9 han arrojado resultados impresionantes en laboratorios de todo el mundo: se han creado perros de raza Beagle sin miostatina, se ha prevenido la infección de VIH de las células humanas, se han revertido parcialmente los efectos de la enfermedad de Huntington en ratones de nueve meses y se ha ralentizado la extensión del cáncer. Parece cada vez más probable que la edición genética en general —y la CRISPR-Cas9 en particular— pueden ayudar a eliminar una buena cantidad de enfermedades heredadas genéticamente, y más de tres mil causadas por una letra incorrecta en nuestro ADN —como la enfermedad de Huntington, la fibrosis quística y la anemia de células falciformes—, algo que por sí solo representaría un progreso enorme. En la segunda mitad del siglo XX, la humanidad erradicó la viruela. En la primera mitad del siglo XXI podríamos erradicar miles de desórdenes genéticos. Para siempre.

Pero las posibilidades de la edición genética van más allá de mitigar o incluso superar las enfermedades heredadas genéticamente que afectan a la vida de cientos de personas. Se puede reprogramar el genoma para hacerlo resistente e incluso inmune a cosas como la gripe estomacal, el VIH o el alzheimer, además de reducir el riesgo de enfermedades coronarias, hacer que los músculos sean más delgados o los huesos más fuertes. Todo esto puede parecer demasiado, y antes de modificar el genoma humano de forma masiva esas cuestiones deberían ser sometidas a un debate público intenso. Pero ¿qué diferencia hay entre mejorar la alimentación para tener una salud mejor y optimizar nuestra programación biológica? No mucha, y, aunque hacer las dos cosas es lo ideal, la segunda es mucho más precisa.

Desde 2016, el número de ensayos de modificación genética que utilizan la técnica de CRISPR-Cas9 se ha incrementado sustancialmente. La gran mayoría está teniendo lugar en China o Estados Unidos y este último es el que se está poniendo ahora al día, por lo que algunos se han referido a esta nueva rivalidad como el Sputnik 2.0.

Pero aunque esa comparación es fácil de entender, hay una diferencia radical entre las innovaciones actuales en biotecnología y la lucha durante la Guerra Fría para lograr la supremacía científica. En los cincuenta años siguientes al lanzamiento del Sputnik en 1957, el coste de la exploración espacial era tan prohibitivo que solo los Estados, y en concreto solo las superpotencias como esas, podían permitirse participar. Sin embargo, técnicas como el CRISPR-Cas9 han reducido drásticamente los costes de entrada de la edición genética, y, ya sea que quieras curar el cáncer o crear armas biológicas de destrucción masiva, la tecnología necesaria va a estar disponible a cambio de unos miles de dólares en lugar de por varios millones. Las consecuencias de que el coste de modificar material genético, tanto humano como de otras especies, se acerque a cero son difíciles de exagerar.

Sin embargo, ya estamos empezando a ver destellos de cómo puede ser el futuro. A principios de 2017, David Ishee, dueño de un criadero de perros de Mississippi y aficionado al biohacking, se puso en contacto con la Administración de Alimentos y Medicamentos de su país, Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés). Ishee había estado mejorando sus habilidades con el CRISPR-Cas9 y había llevado a cabo experimentos en el laboratorio de su casa. Esperaba que la técnica sirviese para eliminar una enfermedad hereditaria común en los dálmatas llamada hiperuricemia que puede causar gota, y había enviado a la FDA un

resumen de lo que quería hacer. Suponiendo que la aprobación de la agencia era una mera formalidad, Ishee se sorprendió cuando no recibió respuesta.

El 18 de junio quedó claro por qué: la FDA lanzó una propuesta para regular la modificación genética en ganado vacuno, cerdos, perros y otros animales que incluía la CRISPR-Cas9. Un área que hasta entonces había quedado en la ambigüedad legal y en la que se cruzaban la cultura *do it yourself* con la tecnología punta requería ahora aprobación federal y pasaba a estar sujeta a la supervisión del gobierno.

Aquello fue un golpe duro para Ishee, que le dijo a un medio que «sería más fácil enseñar a los criadores la CRISPR que [...] explicarles por qué era malo algo que no se diferencia de la cría corriente». Defendía que el material genético de los perros con pedigrí no es de ninguna manera «natural», y que la CRISPR ofrecía un medio para corregir errores biológicos que eran resultado de la intervención humana.

La FDA propuso que la modificación de un fragmento del genoma de un animal se considerase equivalente a un medicamento veterinario. Así, igual que con una nueva pastilla, los animales modificados no podían ser vendidos o regalados. Y, lo que es más importante, es probable que los genomas modificados puedan estar sujetos a derechos de propiedad intelectual y patentes. Imagina la batalla por Napster, la red de intercambio de archivos P2P de principios del milenio y aplícala a la biología. Incluso si la información realmente quiere ser gratuita —o al menos cada vez más barata según pasa el tiempo—, eso no importará cuando haya intereses comerciales que proteger.

Aunque hay cuestiones de seguridad que deben ser gestionadas y reguladas, convertir el ADN modificado, incluido el nuestro, en

un bien mercantil es completamente coherente con la lógica del capitalismo. Como hemos visto en otros sectores, es necesario imponer una escasez artificial con el objetivo de crear un mercado, ya que de otra forma nadie puede sacar beneficio. Puede que los comentarios de Ishee en respuesta al anuncio de la FDA ofrezcan una muestra de cómo podría ser la acción directa a medida que se acelera la Tercera Disrupción: «Creo que quizá lo mejor es seguir adelante, criar animales sanos y después decirle a la gente [...] hemos curado la enfermedad, pero la FDA no nos lo permite».

Bienvenidos a Elysium

Se pueden establecer paralelismos entre los intentos de biohacking de David Ishee en el Mississippi actual y la película *Elysium*, ambientada en 2154. En ella, la Tierra ha sido devastada por el cambio climático y lo que parece un colapso de la economía formal. Debido a ello, los ricos han migrado a una colonia espacial llamada Elysium, un hábitat espacial gigante que orbita la Tierra. La diferencia en la calidad de vida de sus habitantes y los que han quedado en la Tierra no puede ser más llamativa.

Uno de los muchos beneficios que tienen los habitantes de Elysium es el acceso a los Med-bays, unas máquinas que pueden curar enfermedades, aparentemente revertir el envejecimiento y regenerar partes del cuerpo completas. La trama central de la película gira en torno a Max Da Costa —un antiguo ladrón de coches que vive entre las ruinas de Los Ángeles— y sus esfuerzos por acceder a un Med-Bay después de haber estado expuesto a grandes cantidades de radiación. La búsqueda de Max tiene su reflejo en los esfuerzos de Frey, su amiga de la infancia, para conseguir una cura para su hija pequeña, que se muere de leucemia.

El único problema es que el uso de los Med-Bays está limitado exclusivamente a los ciudadanos de Elysium y no funciona con nadie más. Eso implica que la única esperanza para Max y para la hija de Frey es cambiar el sistema operativo de toda la colonia y hacer que la tecnología esté disponible para los que vienen de fuera, como ellos.

El film acaba con un hacker llamado Spider cargando un programa en el cerebro de Max para reiniciar el sistema operativo de Elysium y extender la ciudadanía a todos los que viven en la Tierra. Poco después de que esto se complete, los robots salen para atender a los enfermos y los moribundos. No realizan un acto de caridad, simplemente defienden su protocolo: cuidar de los habitantes de Elysium.

Aunque puede no ser muy obvio, *Elysium* es una película sobre los derechos. Sobre las tensiones entre los derechos humanos universales y los derechos restringidos de los ciudadanos, entre el derecho a la propiedad privada y el derecho al acceso público a la atención médica. Para la mayor parte de la gente, aunque sea de forma intuitiva, el derecho a la vida de algunos eclipsa al «derecho» a la riqueza de otros. Es por eso que la película tiene un final feliz, a pesar del sacrificio de Max.

Así, además de ser una historia sobre un posible futuro para la humanidad, *Elysium* también ofrece una parábola sobre cómo se puede desarrollar la Tercera Disrupción. Su significado es obvio: hay tecnología de sobra para que todo el mundo en el planeta tenga vidas sanas, felices y plenas. Lo que lo impide no es una escasez natural inevitable, sino la escasez artificial que ha creado el mercado al asegurar que todo, sea cual sea el coste, esté sujeto a la obtención de beneficios.

Con el tiempo, esta disonancia se volverá cada vez más insoportable, especialmente dadas las tecnologías médicas que hemos

mencionado antes. Es por ello que debemos cambiar también el sistema operativo de nuestra sociedad.

Quizá ya estamos viendo el mundo que describe *Elysium*. En diciembre de 2015 aterrizó el cohete Falcon 9 de SpaceX. La compañía lograba así que la primera lanzadera reutilizable llegase al espacio y volviese para un segundo vuelo. Esto fue un momento clave en la historia de la tecnología espacial, ya que los cohetes reutilizables son de una importancia crítica para conseguir que la industria sea viable comercialmente.

Unos meses antes, en septiembre, la imagen de un niño muerto en una playa de Turquía llenó las noticias de todo el mundo. Alan Kurdi había nacido tres años antes en Kobane, una ciudad del Kurdistán sirio situada junto a la frontera de Turquía y un punto clave en la guerra civil del país. La familia de Kurdi, que había abandonado su hogar tras el asedio de ISIS, regresó allí en enero para volver a dejarla unos meses más tarde, cuando la lucha comenzó de nuevo. Como otros muchos compatriotas, la familia de Kurdi buscó refugio en Europa, y a primera hora del 2 de septiembre Alan subió con su hermano y sus padres a un bote ilegal que partía a la isla griega de Kos. En cuestión de minutos, el bote volcó. A las 6.30 AM el cuerpo de Kurdi fue encontrado por los habitantes de Bodrum. Al cabo de unos días, su cuerpo, junto con el de su madre Rehana y su hermano Ghalib, fue devuelto a Kobane para ser enterrado.

La familia de Alan Kurdi, como miles de personas más en el verano de 2015, quería entrar a Europa en busca de refugio, de dignidad y de la oportunidad que se merecían como seres humanos. Aunque los países de Europa occidental no tienen las tecnologías médicas de Elysium, los cohetes reutilizables que fueron lanzados unos meses después de la muerte de Kurdi hicieron que

la analogía fuese demasiado obvia. Un mundo que pronto va a disponer de la tecnología para secuenciar el genoma de todos los organismos del planeta permite que miles de personas se ahoguen en el Mediterráneo cada año.

Aunque las terapias genéticas y la secuenciación de genoma no son Med-Bays, tienen el potencial para cambiar profundamente la atención médica, eliminando enfermedades que debilitan y matan a millones de personas cada año. Más importante aún es que estas tecnologías, respaldadas por mejoras exponenciales y por la tendencia a la oferta ilimitada, no solo nos permiten afrontar con los retos que plantea el envejecimiento de la sociedad, sino también superarlos. Aunque se nos dice con frecuencia que no podemos mantener sociedades cada vez más envejecidas y que la atención sanitaria pública es insostenible, en realidad sucede lo contrario. Estudio tras estudio se demuestra que las formas socializadas de atención médica son más eficientes y más equitativas. Las sociedades solo pueden progresar si las mantienen y expanden, mientras van integrando estas nuevas tecnologías. Esta verdad fundamental, combinada con que la atención sanitaria cada vez se parece más a un bien de información, tiene implicaciones mucho más profundas que las enciclopedias o las películas gratuitas. Podría significar incluso el fin de las enfermedades hereditarias y de las relacionadas con el envejecimiento.

¿La alternativa? Que las nuevas formas de desigualdad biológica correlacionen con las económicas a medida que los ricos alteren el ADN de sus descendientes para hacerlos superiores al resto de nosotros en todos los sentidos, socavando así la base de los derechos humanos modernos: que todos los seres humanos somos creados iguales.

8
Comida sin animales: posescasez en la alimentación

El ganado es muy ineficiente en la conversión de proteínas vegetales en proteínas animales. Perdemos un montón de comida dándoselas a los animales como intermediarios.

Mark Post, inventor de la carne artificial

Hemos descubierto cómo funciona realmente la vida y ya no necesitamos matar para producir alimentos.

Vídeo promocional de Just Food

Alimentación, excedente y disrupciones

La Primera Disrupción fue una revolución en la alimentación más que en ninguna otra cosa. Aunque antes de ella nuestros antepasados tenían tecnologías sencillas como el fuego y las herramientas de piedra, hasta la llegada de la agricultura su impacto

fue limitado. Debido a ello, los censos de la vida humana, incluso en una fecha tan reciente como hace 12 000 años, calculan menos de cinco millones de habitantes en todo el planeta, lo que equivale a la población actual de Irlanda.

Todo empezó a cambiar cuando los cultivos y la cría de ganado permitieron la aparición de sociedades más amplias y complejas. Nuestros antepasados dejaron de estar sujetos al capricho de otros depredadores, al hambre o a los desastres naturales. Ahora se podían preparar para el futuro, podían generar excedentes durante los momentos de abundancia y fabricar herramientas e infraestructuras para aumentar progresivamente esa recién adquirida abundancia.

Dada la cantidad de historias terroríficas que rodean a los animales genéticamente modificados, que encarnan los peores aspectos de la tecnología moderna, es irónico que muchos alimentos básicos que ahora damos por sentado se desarrollaran mediante modificación genética en este periodo. Las zanahorias, cultivadas originariamente en Afganistán hace 11 000 años, eran blancas y moradas, y las bananas —actualmente la fruta preferida en todo el mundo— son estériles e incapaces de sembrar sus propias semillas, y lo han sido desde que nuestros antepasados empezaron a cultivarlas en la última Edad del Hielo. Aunque los críticos tienen razón cuando dicen que la solución tecnológica, de forma aislada, no es suficiente para resolver los problemas de la degradación ecológica y la escasez de comida, en un sentido profundo la tecnología es precisamente lo que aseguró el éxito de nuestra especie en un primer momento.

Un mundo que llega a sus límites

Aunque la historia del auge de la humanidad está construida sobre la agricultura y su capacidad única para reprogramar los

dones de la naturaleza, ahora parece que esa capacidad se ha encontrado con los límites naturales de nuestro planeta. Estos límites son más obvios que nunca y se expresan de varias maneras. El más alarmante es la sexta extinción, que supone la desaparición de uno de cada cuatro mamíferos. Al mismo tiempo, el 90 % de los peces más grandes ha desaparecido de nuestros océanos, los glaciares que proporcionan agua potable para miles de millones de personas están empezando a secarse y los suelos dedicados a la agricultura están volviéndose cada vez más salados, degradados por los excesos de la agricultura industrial. En resumen, los tesoros de nuestro planeta —minerales, animales y plantas— están siendo diezmados, y la tasa de desaparición no hace más que acelerarse.

La razón es simple. Actualmente, la humanidad consume los recursos de 1,6 planetas Tierra cada año, a pesar de que dos millones de personas sobreviven con menos de 2000 calorías diarias. Puede parecer que estos datos sugieren que somos demasiados. Si esto fuera así, lo último que desearíamos es que los pobres del mundo disfrutaran de estilos de vida similares a los de los países más ricos. Esto supone un problema para cualquiera que desee abordar los problemas de desigualdad global y pobreza, porque cualquier mejora significativa en sus vidas parecerá que exacerba el desastre medioambiental.

Pero eso no acaba ahí. Se prevé que la población humana de la Tierra haya aumentado en más de 2000 millones de personas para 2050, y, si queremos que los 9 600 millones de personas tengan una dieta equilibrada, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura cree que la producción de alimentos debería incrementarse un 70 %. En otras palabras, a mediados de siglo, la humanidad necesitaría los recursos de más de dos planetas Tierra para lograr simplemente que todo el mundo tenga un nivel de vida decente.

Sin embargo, incluso eso podría ser optimista. Si todo el mundo tuviese la misma dieta que el estadounidense medio, que consume aproximadamente unas 3 700 calorías al día, necesitaríamos los recursos de cinco planetas Tierra en una generación. Si quisiéramos que el Estados Unidos actual fuese un modelo para el desarrollo global, desde la perspectiva de la biocapacidad sería completamente imposible.

Y cuando sumas diferentes previsiones sobre el impacto que puede tener el cambio climático en la agricultura, la imagen empeora todavía más. Un informe de 2009 predijo que un calentamiento de tres grados significaría un descenso del 50 % en la producción de los campos de trigo en el sur de Asia entre el año 2000 y el 2050, además de una reducción del 17 % en el arroz y del 6 % en el maíz. Esto en una región que incluye tres de los ocho países más poblados del mundo —India, Pakistán y Bangladesh—, todos con perspectivas de aumentar su población en los próximos años. Además, los glaciares que alimentan los grandes ríos del subcontinente indio, el Brahmaputra, el Ganges y el Indus, y que proporcionan agua potable a cientos de millones de personas, están empezando a desaparecer.

Ese mismo estudio prevé un descenso en la producción de arroz en Asia oriental del 20 % y del 16 % en el caso del trigo. En el África subsahariana, cuya población se espera que se haya doblado en 2050, la producción de los campos de arroz va a bajar un 14 % y la del trigo un 22 %. En Oriente Medio, que como África también está sujeta a los problemas gemelos de la escasez de agua y el crecimiento rápido de la población, es incluso peor, con un descenso del 30 % en la producción de arroz, del 47 % en el caso del maíz y del 20 % en el trigo.

Sin embargo, eso no significa que los países comparativamente más ricos del norte global vayan a salir indemnes. En un escenario

de un calentamiento leve, las previsiones sugieren que Estados Unidos va a experimentar una caída de la producción de maíz y soja de entre el 30 y el 46 % respectivamente. Dado que el país es actualmente el mayor exportador mundial de grano, eso podría suponer un desastre no solo interno, sino también en el mercado mundial. Incluso si otros países como Rusia o Canadá dan un paso adelante para convertirse en potencias agrícolas, eso solo serviría para aumentar la posibilidad de que surjan conflictos por los recursos con vecinos más poderosos militarmente.

Olvidemos la posescasez. Entre el aumento de la población, el cambio climático, la pérdida de agua potable y lo forzada que está la biocapacidad del planeta, simplemente evitar las hambrunas generalizadas va a suponer un logro impresionante a mitad de siglo. Así que ¿cómo puede nuestro planeta alimentar de forma sostenible a una población de 9 600 millones de personas?

Bajo los modelos de producción actuales, la respuesta depende en gran medida del tipo de dieta que se adopte. En un año, un americano medio consume 800 kilos de cereal sumando los alimentos directos que come y el pienso que se utiliza para alimentar al ganado. Si esa cantidad se convirtiera en la media global, la producción actual de cereal, algo más de 2 000 millones métricos de toneladas, solo podría alimentar a una población de 2 500 millones de personas. Por el contrario, si la media fuese similar a la de la dieta Mediterránea, que está en unos 400 kilos de cereal al año, el planeta podría alimentar al doble de población. Finalmente, si todos nosotros comiésemos —de forma directa e indirecta— la misma cantidad de cereal que el indio medio, los actuales métodos de producción de alimentos podrían sostener a una población mundial de 10 000 millones de personas, más o menos la que seremos a finales de siglo.

Dicho sin rodeos: el consumo de carne y lácteos típico de las dietas del norte global es lo que nos hace vivir más allá de nuestros límites ecológicos. Los niveles actuales de producción de alimentos pueden afrontar la demanda que habrá en 2050, pero requerirá una dieta sin proteínas animales.

Sin embargo, al menos hay buenas noticias. Aunque la población humana ha explotado desde el surgimiento de la Segunda Disrupción, es probable que llegue a su pico en 10000 millones este siglo, después de lo cual caerá o se mantendrá estática. Desde la perspectiva de las bocas que alimentar, eso significará que el mundo no parecerá muy diferente del actual: 2000 millones más es lo mismo que ha crecido la población desde 1974. De hecho, el aumento en las expectativas de la dieta, unido al descenso en la producción de los campos de cultivo como resultado del cambio climático, representa una de las principales trabas en la eliminación del hambre mundial.

Las afirmaciones sobre el aumento de la población y los límites naturales de la Tierra no son nuevas. De hecho, Thomas Malthus, uno de los pensadores más importantes en los comienzos de la economía política, estaba obsesionado con esa cuestión. En su polémico libro de 1768 *Ensayo sobre el principio de población*, observó cómo el incremento en la producción de comida incidía en el crecimiento de la población en mayor medida que las mejoras en el nivel de vida. La conclusión que sacó de ello fue contundente: «La fuerza del crecimiento de la población es tan superior a la potencia de la tierra para producir el sustento para el hombre que la muerte prematura debe visitar de una forma u otra a la raza humana»[21].

21.Traducción de Carlos Díaz Rocca. Fondo de Cultura Económica, 1998. [N. de la T.]

Malthus no era el único que pensaba así. William Jevons, un economista inglés, escribió en la década de los años sesenta del siglo XIX que la mejora en la eficiencia de los motores a vapor significaba, contraintuitivamente, unas tasas de consumo de carbón mayores, en lugar de menores. Su observación se conoce desde entonces como la «paradoja de Jevons». Malthus y Jevons parecieron llegar al mismo veredicto: el ingenio de la humanidad, a pesar de lo grande que es, no puede esperar estar en paz con sus voraces apetitos.

Sin embargo, la historia de la agricultura durante la segunda mitad del siglo XX nos dice otra cosa. Aunque alimentar a una población de 9 000 millones de personas puede parecer imposible, especialmente en el contexto de las cinco crisis, el logro más importante de las últimas seis décadas sugiere que es posible. ¿Su nombre? La revolución verde.

La comida como información: la revolución verde

Actualmente, la cantidad de tierra ocupada por la agricultura es aproximadamente el 37,5 % de la superficie del planeta, más o menos lo mismo que a finales de los setenta. Sin embargo, nuestro planeta tiene ahora 3 000 millones de personas más, ha crecido el consumo medio de calorías y ha caído la privación de alimentos. De hecho, solo en las dos últimas décadas, el número de personas que sufre hambre se ha reducido a la mitad, situándose en un 10 % de la población mundial. Además, todo esto se consiguió mientras se reducía cada vez más la mano de obra en la agricultura.

Esto sugiere que hay otra manera de alimentar a 9 000 millones de personas, una que podría significar tener suficiente co-

mida para todo el mundo, sin necesidad de racionamiento o de cambiar los hábitos alimentarios. De hecho, haría que la comida fuese tan abundante que —como con la energía, el trabajo y los recursos—, sería prácticamente gratuita y el valor emergería más del contenido informativo que de aspectos como la tierra o el esfuerzo humano.

Aunque puede que nunca hayas escuchado hablar de él, Normal Borlaug fue una de las figuras más importantes del siglo XX. Un año después de conseguir su doctorado en 1942, aceptó un puesto de investigación agrícola en México, donde desarrolló variedades de trigo semienanas de alto rendimiento, un cultivo que el país no lograba producir en cantidad suficiente. Estas variedades modificadas utilizaban la mayor parte de su energía en producir granos comestibles en lugar de tallos largos no comestibles y tenían el beneficio adicional de ser resistentes a las enfermedades. Financiada por la ONU, varias agencias del gobierno de Estados Unidos y la fundación Rockefeller, fue el último grito en investigación agrícola, y tuvo lugar más de una décadas antes de que entendiéramos cómo funcionaba realmente la herencia genética.

La producción de trigo mexicana aumentó rápidamente. En 1956 el país era autosuficiente en ese cultivo y en 1964 exportaba medio millón de toneladas. En dos décadas, la mayor parte del trigo del país procedía de los nuevos granos producidos por Bourlaug. Pero los problemas con la producción de alimentos se extendían mucho más allá de México. En un mundo de naciones recién liberadas de los imperios europeos, el fantasma del hambre global era más acuciante que nunca. El subdesarrollo económico producido por el colonialismo, unido al aumento de

la población y a unas estructuras estatales relativamente débiles, parecían una combinación peligrosa en un mundo incierto.

Es por ello que en 1961, cuando la India se encontraba al borde de la hambruna, Borlaug fue invitado a llevar sus habilidades más allá de Centroamérica La región de Punjab había sido seleccionada para experimentar con los cultivos que había creado el nuevo Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI por sus siglas en inglés). Igual que México, la India también pudo dar un gran salto adelante como resultado de su propio programa de cultivo, del desarrollo del riego y del uso de agroquímicos. Podría decirse, sin embargo, que fue la adopción de la variedad de arroz IR8 —un grano semienano desarrollado por el IRRI— lo que resultó decisivo. Los resultados publicados en 1968 mostraban que su rendimiento era de cinco toneladas por hectárea sin fertilizante y casi diez en condiciones óptimas: un incremento del 900 % respecto a las variedades tradicionales de trigo del país. Ese mismo año, el biólogo Paul Erlich publicó el best seller *La bomba demográfica*, que detallaba cómo el hambre, especialmente en la India, mataría a cientos de millones de personas en las siguientes décadas. Con una seguridad aplastante, escribió: «No veo la forma en que la India pueda alimentar a doscientos millones de personas más en 1980».

Pero lo hizo, y además dobló la esperanza de vida. Un país que históricamente había sufrido hambrunas impuestas por el colonialismo se convirtió en el líder mundial en la exportación de arroz a principios del siglo XXI. Este éxito tan inesperado fue el legado de Bourlaug, del IRRI y en general de la revolución verde, cuyo principio fundamental es que la comida es, en última instancia, información.

Y, como sabemos, la información puede ser reprogramada.

Culminar la revolución verde

Una buena parte de la revolución verde, que transformó especialmente la agricultura de Asia, implicaba técnicas de sembrado e infraestructuras que ya eran comunes en las naciones industrializadas. Eso incluyó proyectos de irrigación modernos, además del uso de pesticidas químicos y fertilizantes sintéticos. Sin embargo, su núcleo central fue la adopción de variedades de cultivo mejoradas y modificadas genéticamente. Esa es la causa de que los campos de trigo se hayan triplicado desde principios de los setenta en los países desarrollados, salvando seguramente miles de millones de vidas en el proceso.

Pero ¿qué pasaría si la revolución verde, que nos ha permitido alimentar a más gente que nunca antes usando para ellos menos mano de obra, fuera solo el principio? ¿Qué pasaría si, en lugar de habitar un planeta exhausto, solo hubiésemos empezado a entender que nuestro dominio de la naturaleza nos puede proporcionar una abundancia casi ilimitada? Si la información quiere ser gratuita —y la generosidad de la naturaleza es información puesta en orden—, ¿por qué tendría que haber hambre?

La primera revolución verde parece echar por tierra las afirmaciones de Malthus, Jevons y Ehrlich y confirmar que nuestra inteligencia colectiva puede satisfacer nuestros deseos. Sin embargo, como muchas cosas en el siglo XX, tuvo un coste. Se quemaron combustibles fósiles como nunca antes —lo que aceleró el cambio climático—, se destruyeron hábitats naturales, se contaminaron ríos y lagos y el suelo se volvió cada vez menos fértil. Puede que el último siglo pruebe que los pesimistas estaban equivocados, pero aun así parece que estamos de prestado. El respiro fue temporal.

No menos importante es el tratamiento que se da a los animales dentro de este paradigma de ultraeficiencia. Puede que las prácticas agrícolas de la era moderna nos hayan traído cantidades enormes de proteínas, carbohidratos y grasas, pero además de agotar el planeta han producido una enorme cantidad de sufrimiento a la vida sintiente. Millones de pollos macho son triturados vivos junto con las cáscaras donde nacen porque no pueden producir huevos, mientras las gallinas de las granjas pasan sus vidas en una jaula del tamaño de un folio A4 atiborradas de antibióticos para evitar las infecciones. Las vacas tienen que parir al menos una vez al año para producir leche de forma continua y se las insemina artificialmente para lograrlo. Una vaca puede alimentar a su ternero de forma natural entre nueve meses y un año, pero los terneros nacidos en las granjas son separados de sus madres cuando solo tienen unos días de edad, una experiencia traumática para ambos animales. Los toros no tienen demasiado uso en la industria ganadera, así que solo en el Reino Unido se asesina de un tiro en la cabeza a más de 100 000 cuando todavía son terneros.

La producción automatizada de alimentos puede dar de comer a más gente que nunca, pero pocos quieren ver o conocer la masacre que supone.

Carne sintética sin animales

Con la excepción de algunos organismos singulares del fondo de los océanos, casi toda la vida de la tierra depende del sol. Las plantas y las algas se alimentan mediante una reacción química producida por la luz solar, la fotosíntesis, que combina dióxido de carbono del aire con agua. Lo hacen con la clorofila, un pigmento verde que da a los organismos este color y es responsable de captar la energía del sol. El mismo proceso ocurre en

los océanos con el fitoplacton, un organismo diminuto que es responsable de la mitad del oxígeno del mundo y básico para casi toda la vida marina.

Estas formas de vida que obtienen su alimento del sol proporcionan la energía a herbívoros no domesticados como los bisontes, los elefantes o el zooplancton, y a animales domésticos como las ovejas y las vacas. A su vez, estos animales son la base de la alimentación de los carnívoros, ya sean predadores salvajes como los felinos y los tiburones o animales domesticados y humanos. Por lo general, los humanos han criado y comido omnívoros y herbívoros. Además de ser más fáciles de alimentar, estas criaturas también tienen niveles más altos de grasa corporal, lo que significa que se pueden obtener más calorías de ellos.

Sin embargo, en comparación con una dieta basada en vegetales, los animales consumen energía de forma intensiva y resultan poco eficientes convirtiendo la energía solar en comida. Una familia de Bangladesh que se alimente de arroz, judías, vegetales y fruta puede subsistir con media hectárea de terreno. Un estadounidense medio, que consume 122 kilos de carne al año, necesita unas veinte veces ese terreno. Si examinamos los insumos necesarios para producir medio kilo de proteína de soja y los comparamos con la proteína animal, para esta última necesitamos doce veces más terreno, trece veces más combustibles fósiles y quince veces más agua, y eso sin tener en cuenta que la soja es bastante ineficiente para ser un producto no animal.

Casi una tercera parte de la superficie utilizable del planeta está dedicada a la ganadería de forma directa o indirecta, y la mayor parte de los vegetales del mundo están destinados a la alimentación de ganado. Un estudio de la universidad de Cornwell encontró que en Estados Unidos se dedicaban 302 hectáreas a la

ganadería y solo 13 a vegetales, arroz, fruta, patatas y judías. Esta enorme brecha muestra que los productos animales son una forma altamente ineficiente de utilizar unos recursos que son finitos para producir alimentos.

Además, la ganadería constituye el 14 % de las emisiones de efecto invernadero generadas por el ser humano, y, según un informe de la ONU, genera mayores cantidades de CO2 que los coches. Por otro lado, el 69 % de las extracciones de agua dulce del mundo se dedican a la agricultura, la mayoría para producción de carne, y una vaca media consume 40 000 litros de agua al año. Eso significa que para producir medio kilo de carne de ternera se necesitan 1 660 litros de agua, y una docena de huevos requiere la impresionante cantidad de 2 400 litros. Todo ello en un mundo en el que 3,4 millones de personas mueren cada año por enfermedades relacionadas con el agua.

Lo más sorprendente de todo esto es que, después de usar toda esta agua, energía, tierra y mano de obra —por no mencionar las emisiones de gases de efecto invernadero que aparecen como subproducto— tiremos casi la mitad de la carcasa del animal. Una ternera que pese 450 kilos produce de media 276 kilos de carne, lo que se reduce a 195 kilos de carne destinada a la venta minorista una vez que se eliminan los huesos y la grasa. Si metes en la ecuación la piel y las pezuñas, dos años de procesos digestivos, conciencia, respiración y movimiento, la obtención de comida a partir de una vaca viva parece un derroche increíble como forma de transformar la energía solar en carne y leche.

Dados los desafíos que plantean el cambio climático, la escasez de recursos y el aumento de la población, queda claro que el mundo necesita comer mucha menos carne de la actual.

Preferiblemente, deberíamos eliminarla por completo de nuestras dietas. Pero ¿qué hay de la libertad de elección? Después de todo, es posible que los humanos estemos mejor adaptados a comer frutas y vegetales, pero somos omnívoros y los animales proporcionan una sabrosa fuente de proteínas. En muchos países, el consumo de carne es visto como parte de una herencia cultural y, a pesar de los riesgos para la salud y para el planeta, ese tipo de sistema de valores tarda décadas en cambiar, si es que lo hace.

Sin embargo, igual que con todas las otras crisis que hemos examinado hasta ahora, hay una solución que corre paralela a este modelo que parece tan insostenible. Resulta que podemos alimentar a más gente con mejor comida, salvar el planeta y reducir la demanda de energía, todo ello mientras acabamos con el sufrimiento animal producido por la ganadería. En cierto sentido, representa la culminación de la revolución verde y de la transformación de la comida en un bien de información. Su nombre es agricultura celular.

La hamburguesa de los 325.000 dólares

En 2008, un profesor danés llamado Mark Post presentó pruebas de una idea que él llamó «carne cultivada». Cinco años después, en un estudio de televisión de Londres, Post y sus colegas se comieron una hamburguesa que habían cultivado en un laboratorio usando esos mismos principios. Financiado en secreto por Sergey Brin, de Google, el viaje que iba de la placa de Petri al plato había costado aproximadamente 325 000 dólares, lo que la convirtió en la comida más cara de la historia. Por suerte, los resultados eran prometedores: el consenso fue que la hamburguesa «se parecía a la carne pero no era tan jugosa». Era la

confirmación de que la idea de Post funcionaba. La siguiente pregunta era hasta qué punto podía mejorarse, producirse a gran escala y abaratarse. Abaratarse mucho.

Es probable que la historia recuerde a Post como la persona que llevó el campo de la agricultura celular a una audiencia masiva. Es poco probable, sin embargo, que sea él quien perfeccione la técnica dada la gran cantidad de individuos y organizaciones que trabajan en un campo cada vez más concurrido. La agricultura celular puede ser entendida como un enfoque que diseña nuevos mecanismos para recrear alimentos que ya existen. Aunque la mayor parte de la atención hasta ahora se ha puesto en la carne artificial, sus posibilidades van mucho más allá, y se pueden extender hasta la fabricación de queso sin animales o el desarrollo de una levadura que puede hacer que los vegetales sepan a carne de ternera. Podemos pensar en ello, quizá, como la llegada del trabajo de Norman Borlaug a la segunda mitad de ese tablero de ajedrez exponencial.

Basada en las tecnologías de la Tercera Disrupción, que están definidas por la bajada de los costes de información y el progreso exponencial de la tecnología digital, no es una coincidencia que la agricultura celular llegue al mismo tiempo que la secuenciación del genoma, las IA para el consumo y los vehículos autónomos. En definitiva, significará la aparición de un mundo en el que ya no se necesiten animales para producir carne, cuero, leche y huevos.

El enfoque de Post es fácil de entender. En primer lugar, se toma una pequeña muestra de músculo de un animal y se aísla el tejido de células madre, que se introduce en un biorreactor. Después lo calientas y alimentas esas células con oxígeno, azúcar y minerales. Cuando pasan entre nueve y veintiún días, las células desarrolladas —que se han convertido en la estructura básica de

un músculo— se cosechan. Actualmente, esta técnica no funciona con todas las carnes, especialmente con aquellas cuya composición es muy compleja y contiene grasas adicionales. Sin embargo, la historia es muy diferente con el pescado, el marisco y la carne de aves, cuyo contenido en proteína magra los convierte en los candidatos perfectos para los primeros pasos de la investigación en este campo. De hecho, las pruebas iniciales muestran que las células musculares de las aves ni siquiera necesitan una estructura para crecer, como la carne roja, y pueden ser cultivadas, en cambio, en un biorreactor similar a un barril o un vaso, de forma no muy diferente a como se hace la cerveza.

Sin embargo, es probable que la primera carne artificial sea de pescado. Quizás es justo que los últimos animales que se cazan a gran escala como alimento sean los primeros en ser producidos de forma artificial para el mercado. Uno de las empresas que están investigando en este campo, Finless Food, cree que podrá comercializar sus productos en 2019 y que para entonces habrá desarrollado filetes de pescado sintéticos «en unas instalaciones similares a las de una cervecería». El candidato más probable es el valioso atún, un pescado que el CEO de la compañía, Mike Selden, cree que puede ser competitivo antes de 2020.

Más sorprendentes incluso que la idea original que hay detrás de esta tecnología es la mejora en la relación precio-rendimiento que se ha observado desde su aparición. Aunque la creación de la hamburguesa original de Post costó 325 000 dólares en 2013, solo tres años después la compañía Memphis Meats, con base en Estados Unidos, produjo la primera albóndiga de carne artificial por 1 000 dólares. Aunque puede parecer mucho, significó una caída significativa de los precios: 125 gramos de carne costaban ahora menos de un 2 % de lo que costó la hamburguesa original de Post. Pero eso no acabó ahí: un año antes, Post, que ahora está

en Mosa Meats, había afirmado que el procedimiento que había creado podría producir carne en un laboratorio por menos de 80 dólares el kilo, lo que significaba que una hamburguesa de carne artificial podría costar solo 12 dólares, una caída de más del 99 % respecto a lo que había costado cuatro años antes. Y todo ello sin que todavía haya una producción a escala industrial.

Eso no quiere decir que no haya obstáculos a la comercialización de filetes que no proceden de las vacas. Por un lado, el material en el que las células madres crecen actualmente es el suero fetal de los terneros. La utilización de productos animales para alimentar el tejido animal sintético echa abajo todo el asunto, aunque los que están a la vanguardia de la industria afirman que habrá una alternativa vegana en poco tiempo.

El otro gran problema es la energía, concretamente para la carne de animales como el cerdo, la ternera y el pollo. Mientras el marisco y el pescado sintético puede crecer a temperatura ambiente, la carne de estos animales necesita una temperatura similar a la de nuestros cuerpos. Así, aunque el cambio a la carne sintética puede ofrecer un ahorro en el uso de la tierra, las emisiones de gases de efecto invernadero, la mano de obra y el agua, la cantidad de energía necesaria puede ser mayor. Sin embargo, con las tendencias que ya se observan en las energías renovables y la conservación del calor, es un precio relativamente pequeño.

Dada la sobrecarga ecológica que supone la producción de carne en la actualidad —así como su demanda intensiva de unos recursos que son escasos—, la carne sintética puede ofrecer un cambio de paradigma. Uma Valeti, CEO de Memphis Meat, cree que los productos sintéticos se pueden hacer con la mayor parte del mercado pero no con toda, y especifica: «No estamos aquí para acabar con todas las formas de ganadería. Estamos en contra de las granjas industriales, no de las familiares. Pero la ganadería

tradicional solo puede cubrir una parte muy pequeña de la demanda mundial de carne».

Sin embargo, Mike Selden, CEO de Finless Foods, no está de acuerdo con esto y pone un mayor énfasis en los derechos y el bienestar de los animales: «Ya no tenemos necesidad de matar animales y destrozar el medio ambiente para obtener alimentos; podemos hacerlo mucho mejor con la tecnología que tenemos». Independientemente de quién tenga razón, las ventajas de la carne sintética están en consonancia con la tendencia a la oferta ilimitada. Más que simplemente enfrentar los problemas del cambio climático y del aumento de la población, esta tecnología permite generar una abundancia como nunca antes. Imaginémoslo por un momento: carne barata, sana y deliciosa sin sufrimiento animal, antibióticos ni problemas de higiene.

Aunque la carne sintética es el aspecto más destacado de la agricultura celular y el que más inversiones de capital ha atraído, es también la técnica más difícil de perfeccionar. Es más, aunque algunos tipos de carne como el pescado, la carne picada de ternera o la pechuga de pollo podrán ser comercializadas a gran escala pronto, cortes específicos como las costillas, las chuletas o el bacon serán mucho más difíciles de replicar. Es probable que el avance provenga del procedimiento utilizado para hacer crecer el tejido muscular que se aplica a las grasas y luego utilizar una impresora 3D para «imprimir» filetes, tiras de bacon o incluso una pierna de cordero.

A principios de los años veinte veremos estos productos a gran escala, de hecho Just Foods lanzó sus primeros nuggets de pollo a finales de 2018. Aunque al principio serán caros, los consumirán personas concienciadas con el medio ambiente y aquellos que primen el consumo ético sobre el sabor. Pero según avance la dé-

cada, esto cambiará y la carne sintética se hará más y más común, especialmente en productos que se hacen a base de carne picada, como las hamburguesas y las albóndigas.

Si la carne sintética sustituyera a las formas actuales de producción de carne, podría ensombrecer incluso los logros de la revolución verde. Los ahorros en tierra, agua y mano de obra serían inmensos, así como la reducción en la emisión de metano y CO2: se estima que la carne artificial puede requerir un 90 % menos de agua y tierra que la producción actual de carne. Un informe de 2011 llevado a cabo por las universidades de Ámsterdam y Oxford concluyó que la carne artificial podría requerir potencialmente un 45 % menos de energía, un 99 % menos de tierra y un 96 % menos de agua que la carne convencional, por no mencionar la reducción del 96 % en la emisión de gases de efecto invernadero. Ese mismo informe afirmaba que si Estados Unidos pasase a la carne de ternera sintética, la reducción de los gases de efecto invernadero sería equivalente a sacar 23 millones de coches de las carreteras del país, y que la sustitución de una sola hamburguesa de carne convencional por una artificial ahorraba el equivalente en agua a cincuenta duchas.

Dado que está previsto que el consumo de carne y lácteos se doble entre los años 2000 y 2050, la carne sintética no será simplemente algo agradable que comer, sino que puede resultar crucial para afrontar la demanda creciente en todo el mundo. Teniendo en cuenta lo que ha sucedido con los costes de producción en la década que ha transcurrido desde que fue ideada por primera vez, parece probable que la carne sintética no se limite a competir en precio con la animal, sino que sea mucho más barata en un futuro cercano. Todo ello mientras elimina sufrimiento y reduce nuestra utilización de recursos, que de otra forma serán finitos. Post afirma que la carne sintética puede ser competitiva

en precios en veinte años. Lo cierto es que la curva de experiencia puede hacer que eso suceda bastante antes.

Carne procedente de vegetales

La agricultura celular, sin embargo, va más allá de la carne sintética. De hecho, cultivar carne picada, filetes y pechugas a partir de células madre sigue siendo increíblemente lento —al menos por ahora— y, aunque esos productos pueden ser de consumo mayoritario en una generación, algunos consideran que no es lo bastante pronto. Por ello, Impossible Foods ha elegido un enfoque diferente en el intento de crear productos veganos que sean indistinguibles de la carne. Pero en lugar de «cultivar» proteínas cárnicas, creen que pueden lograrlo haciendo que las proteínas que no proceden de la carne se parezcan más a las que se encuentran en los animales.

La ciencia que hay detrás de su propuesta, que por ahora se centra en su buque insignia Impossible Burger, es mucho más simple que crear carne animal sin el animal. Sin embargo, también pertenece al ámbito de la agricultura celular porque su intención es crear mecanismos biológicos nuevos para producir comida que ya existe. Si el enfoque elegido por los que han optado por la idea de Mark Post era crear carne sintética eliminando al animal a través de un conjunto de procesos biológicos, Impossible Foods quiere ir un paso más allá y utilizar únicamente vegetales. Aunque puede parecer extraño, quizá no debería. Después de todo, desde la perspectiva de un biohacker, una vaca es solo una reacción química que convierte el alimento y el oxígeno en carne de ternera.

Parte del atractivo de este modelo es que no conocemos una gran parte de la abundancia de la naturaleza. Con una suma total

de 8 000 millones de proteínas, 108 millones de grasas y 4 millones de carbohidratos, la composición de la mayor parte de las 353 000 especies de plantas sigue siendo desconocida. Desde la perspectiva de Impossible Foods, estas son las herramientas que la naturaleza nos da para eliminar el azúcar procesado, la sal y la carne de nuestras dietas.

La revolución en el rediseño de nuestros alimentos está liderada por el hemo, el ingrediente secreto de la Impossible Burger. El hemo es la molécula que da a la sangre su color y que ayuda a transportar el oxígeno en los organismos vivos, pero lo más importante para Impossible Food es que es lo que proporciona el rico sabor a hierro que asociamos con la carne de ternera.

Aunque el hemo es abundante es el tejido muscular de los animales, también se puede encontrar en otros lugares, concretamente en las plantas y legumbres que fijan nitrógeno. El único problema es que si quieres sustituir la procedencia animal por la vegetal necesitarás aproximadamente un campo de un acre de soja para producir un kilo de leghemoglobina de soja. Pero Impossible Food ha encontrado una solución. Cogen los genes que codifican la proteína y los insertan en una levadura llamada *Pichia pastoris*, a la que después alimentan con azúcares y minerales, haciendo que crezca y se replique. Esto, de nuevo, es «cultivar» alimentos —en este caso un ingrediente concreto— de una forma que no se diferencia mucho de la fabricación de cerveza.

El hemo es el elemento decisivo que añade el sabor, la textura y el olor de la carne a las Impossible Burgers. Aparte de eso, la hamburguesa simplemente sustituye las grasas y proteínas animales por otras vegetales como el trigo, el aceite de coco y la patata. Aunque el producto resultante no es una hamburguesa real en el sentido en que lo son las que están hechas de carne sintética, el

objetivo final es crear hamburguesas —así como otros alimentos— indistinguibles de su contraparte hecha con carne. Y, mientras la carne sintética puede ser competitiva en precio en una generación, los productos de compañías como Impossible Foods ya están disponibles: la compañía produce medio millón de kilos de «carne vegetal» al mes. Hasta ahora, los inversores han puesto 275 millones de dólares en Impossible Foods, pero si tenemos en cuenta que el mercado global de carne es de más de un trillón de dólares —y creciendo rápidamente a pesar de los límites de nuestro planeta— parece una inversión prudente.

Más que carne

Ya sea cultivando carne o modificando genéticamente la levadura para crear nuevos ingredientes, las ambiciones de la agricultura celular no se limitan a crear carne sin animales. De hecho, estos principios se pueden adaptar más fácilmente a otros alimentos como la leche, los huevos e incluso el vino.

Actualmente, la leche parece ser el más fácil de todos, y, dado que es un ingrediente importante en un buen número de productos de origen animal —desde la nata a la mantequilla, el yogur y el queso—, un sustituto efectivo podría tener un impacto enorme. Es más, cientos de millones de personas son intolerantes a la lactosa o prefieren no consumir lácteos por razones éticas, así que la leche parece un producto adecuado por el que comenzar si quieres meterte en el mundo de la agricultura celular. Está claro que hay muchas leches de soja y frutos secos ahí fuera, pero ninguna de ellas saben igual y, lo que es más importante, no pueden seguir el ritmo de la creciente demanda mundial.

Perfect Day Foods es una de las primeras compañías que cree que puede resolver el problema de cómo producir leche de vaca

sin vacas. Para ello, los cofundadores de la compañía, ambos con formación en ingeniería biomédica, obtuvieron una cepa concreta de levadura del Departamento de Agricultura de Estados Unidos e insertaron en ella una secuencia del genoma de una vaca, de forma muy similar a como Impossible Foods hizo con el hemo. Después fermentaron la levadura con azúcar, de nuevo de forma parecida a como se hace con la cerveza, y elaboraron proteínas de leche «reales» con suero y caseína. Después, lo combinaron con grasas y nutrientes procedentes de vegetales para producir leche sin lactosa. Esencialmente, es el mismo proceso de fermentación que se da dentro de los cuatro estómagos de una vaca, excepto que no se gasta energía en el resto del animal, no hay subproductos no deseados como el metano y el dióxido de carbono y el consumo de agua y terreno es significativamente menor.

También están los huevos. Los sustitutos de la clara de huevo no son nuevos, de hecho uno de los productos veganos de mayor éxito comercial en los últimos años es el sustituto de la mayonesa de la marca Just. De una manera que recuerda a la hamburguesa de Impossible Foods, Just Foods examinó un buen número de vegetales que poseían las propiedades emulsionantes que tienen las claras de huevo en la mayonesa. Después de examinar once ingredientes vegetales que podrían ser un sustituto potencial, eligieron una variedad específica de guisante amarillo de origen canadiense, un tipo de guisante partido que posee las propiedades correctas y no requiere modificación genética.

Pero, aunque es impresionante, todavía quedan otros cientos de recetas que requieren huevos, por no mencionar su uso en tortillas o simplemente fritos y cocidos. Aquí es donde entra Clara Foods, que ha desarrollado una forma de producir clara de huevo sin gallinas. Como era de esperar, el proceso comienza

con una levadura genéticamente modificada que se utiliza para «cultivar» las claras de huevo y sus doce proteínas. Los beneficios potenciales son obvios: huevos más baratos sin riesgo de salmonela o gripe aviar y que no necesitan antibióticos. Además, son más sostenibles porque tienen muchas menos emisiones de gases de efecto invernadero y, de nuevo, muchas menos necesidades de agua y terreno. La ciencia que hay detrás es prometedora y Clara Foods puede jugar un papel importante para terminar con los problemas de sufrimiento animal asociados a las granjas industriales, todo ello con un producto más sano y más barato.

Todo esto está muy bien, pero ¿qué pasa con las yemas de huevo que se necesitan para hacer cosas como pasta o tortillas? Clara Foods tiene como objetivo producir también algo similar, pero hasta entonces, y tras lanzar en el verano de 2018 sus huevos revueltos Just Scramble, hechos con un extracto de judías mungo, tienen todo el terreno de juego para ellos.

Socialismo champagne[22]

La agricultura celular no está limitada a las necesidades básicas de la vida. De hecho, las cosas se están poniendo verdaderamente interesantes con el vino que, a diferencia de la mayor parte de alimentos y bebidas, tiene un perfil de sabor muy específico que otorga a cada botella un estatus y un valor diferente. Y, aunque el proceso que permitiría replicar potencialmente vino es diferente al de los alimentos que hemos examinado antes, implica

22. Término peyorativo que se utiliza para referirse a personas que profesan ideas de izquierdas pero que llevan una vida acomodada. También puede hacer referencia a personas de izquierdas que tienen posiciones puramente intelectuales sin compromiso real o que asumen posiciones reformistas no anticapitalistas. El equivalente más parecido en castellano sería «izquierda caviar» y también «izquierda de salón». [N. de la T.]

que —quizás más que cualquier otra comida o bebida— es susceptible de convertirse en un bien de información.

Hasta ahora, la única barrera ha sido nuestra incapacidad para recoger y replicar la información necesaria. Si pudiésemos hacerlo, un Vintage Magnum estaría cerca de parecerse a un archivo MP3.

La singularidad de cada uva, terreno y cosecha es parte del romanticismo que rodea al vino. Para un paladar refinado, un Château Margaux de 1990 es una bebida completamente diferente de una botella de clarete de un supermercado. Desde una perspectiva comercial, esto hace del vino un buen producto por el que empezar para las compañías biotecnológicas, porque es muy popular pero tiene precios muy distintos. Si lo que creemos sobre la racionalidad económica es acertado aunque sea remotamente, existen los incentivos adecuados para que el vino esté a la vanguardia de la revolución de la comida sintética.

Eso explica por qué una compañía llamada Endless West (antes Ava Winery) ha dado el salto a este sector con ambos pies. No solo creen que pueden recrear el vino sin uvas ni fermentación, sino que además serán capaces de reproducir el sabor concreto de determinadas variedades de uva, suelos y cosechas. La forma en que planean hacer esto es el ensamblaje molecular, con un enfoque que va a «escanear e imprimir» vinos catalogados ya existentes para después recrearlos en una mezcla de ácidos, glicerinas, azúcares y etanol. El producto final podría ser una botella de lujo a un precio muy bajo, y ya han intentado replicar un Dom Pérignon de 1992 (aunque nunca fue lanzado al mercado).

Sin embargo, el vino tiene un perfil de sabor muy complejo, por lo que recientemente han girado hacia el whiskey y han lanzado Glyph, al que se han referido como el primer «alcohol molecular»

del mundo. Si el enfoque de Endless West funciona, convertiría, como muchas otras cosas en el contexto de la Tercera Disrupción, alcohol de alto valor en un bien de información. De repente las botellas más valiosas, aquellas cuyo valor se debe a su escasez, serían susceptibles técnicamente de una replicación infinita. Es más, este proceso necesitaría mucha menos tierra, agua y mano de obra, de hecho es probable que pudiese ser plenamente automatizado. Es irónico que el rechazo de los radicales de izquierda del indulgente «socialismo champagne» se pueda convertir en una descripción adecuada de nuestro futuro cercano.

Por ahora, los vinos artificiales se distinguen fácilmente de los reales: el Moscato de la marca fue descrito por un crítico como con «sabor y aroma a plástico» y con «peste a artificial». Su whisky es una historia diferente, sin embargo: el *Washington Post* dijo que tenía toques de regaliz y manzana y que sabía mejor que el Pappy Van Winkle reserva de veinte años, uno de los bourbons más preciados del mundo.

Además de los enormes ahorros en mano de obra, tiempo, energía, tierra y agua, la biología sintética va a suponer una relocalización histórica de la producción de alimentos. La carne sintética, que no necesita luz solar, parece la candidata perfecta para una agricultura urbana y vertical, y la menor necesidad de tierra alterará drásticamente nuestra relación con la naturaleza.

Esto podría tener muchos beneficios, incluyendo la renaturalización de extensas áreas silvestres perdidas por la deforestación y la Revolución Industrial, lo que ciertamente tendría una gran utilidad como sumideros de carbono para mitigar el cambio climático. Además, el fin de la distribución global de alimentos, al menos en su forma actual, evitaría cantidades colosales de resi-

duos. En la actualidad, el ingrediente medio de una comida estadounidense viaja 1 550 millas antes de ser consumido, y el 70 % del precio final que paga el consumidor se debe al transporte, el almacenaje y la manipulación. En una sociedad que pusiese el énfasis en la abundancia de energía tanto a través de la eficiencia como de la oferta ilimitada, la idea de que se utilizasen 127 calorías de gasóleo para transportar una caloría de lechuga iceberg de Estados Unidos a Reino Unido, como sucede actualmente, se consideraría absurda.

De hecho, igual que sucede con la edición de genes, es posible que la cultura *do it yourself* acompañase al aumento de la producción hiperlocal, y que nuestro cada vez más extenso tiempo libre se dedicase a producir chuletas y queso gruyere casero como ahora producimos cerveza o sidra.

III

ENCONTRAR EL PARAÍSO

La invención, debe admitirse humildemente,
no consiste en crear a partir del vacío sino del caos[23].

Mary Shelley

Con la abolición de la propiedad privada tendremos,
entonces, un verdadero, hermoso y sano individualismo. Nadie
perderá su vida en acumular cosas, y los símbolos de las cosas.
Viviremos. Vivir es la cosa menos frecuente del mundo[24].

Oscar Wilde

---

23. Prólogo a la tercera edición de *Frankenstein o El moderno Prometeo* (1831). Traducción de José C. Vales. Espasa, 2014. [N. de la T.]

24. *El alma del hombre bajo el socialismo*. Traductor Higinio Polo. Viejo Topo, 2016. [N. de la T.]

9
Apoyo popular: populismo de lujo

Lo queremos todo.

Nanni Balestrini

Contra la tecnocracia de las élites

Las tecnologías de la Tercera Disrupción están creando un nuevo tipo de tendencias hacia las que se encamina el mundo. El resultado es que todos los aspectos de la vida social, desde la propiedad al trabajo e incluso la escasez están siendo transformados.

De esa observación surgen varias cuestiones: ¿cómo podríamos transformar estas tendencias en poder político? ¿cómo podemos cubrir la distancia entre el futuro que pensábamos que se nos ofrecía y la decepción que supone el presente?¿cómo podemos traducir problemas que aparentemente son individuales y personales en un enfático y audaz «nosotros»?

La respuesta a estas tres cuestiones comienza admitiendo algo. Aunque la tendencia a la oferta ilimitada significa que todo, desde

la comida a la ropa pasando por el transporte, va a ser cada vez más barato como consecuencia de la caída de los precios de los factores de producción que genera el papel central de la información, si no existen políticas apropiadas esto solo va a llevar a nuevas formas de especulación. Marx lo expresó a la perfección cuando escribió: «La maquinaria más desarrollada fuerza así al trabajador a trabajar más que un salvaje, o más de lo que él mismo trabajaba con las herramientas más toscas y simples».

En respuesta a esto, una afirmación: cualquier política exitosa que busque someter las posibilidades de la Tercera Disrupción a las necesidades de las personas y no a los beneficios del mercado debe ser populista. Si no, fallará seguro. El realismo capitalista se adapta demasiado bien a una política tecnócrata, lo que implica que cualquier intento de ruptura debe ser comprensible para la mayoría de la gente y hacerse en un idioma que esté preparada para entender. Es más, los amplios beneficios sociales del cambio a un comunismo de lujo totalmente automatizado deben verse como paralelos a una mejora a escala personal, en lugar de como un sacrificio por un bien mayor. Es un poco la política de los gurús de la autoayuda —sé quien quieres ser— pero insertada en un programa de cambio político. Solo vas a poder vivir la mejor de las vidas en el comunismo de lujo totalmente automatizado, así que lucha por ello y rechaza el yugo de un sistema económico que pertenece al pasado.

El populismo es un tipo de política que se niega a reconocer el sentido común que impera actualmente en la gestión de la economía. En consecuencia, una parte de sus críticos, los que más se han dejado seducir por el realismo capitalista, lo atacan partiendo de la suposición incorrecta de que no hay alternativa al neoliberalismo. Como el *statu quo* está en peligro por las cinco crisis que

hemos descrito, así como por los efectos prolongados de la de 2008, esa defensa va a tomar la forma cada vez más de llamadas al antiutopismo, en lugar de afirmaciones positivas o propositivas. Así, incluso los abanderados del establishment podrán reconocer que el nivel de vida está empeorando, o que muchos indicadores sociales están peor que antes, pero al menos, dirán, no estamos en la Ruanda de los años noventa ni somos siervos medievales. Esta posición implica la muerte de la misma idea de futuro, con la Ilustración y el progreso —anteriormente pilares ideológicos del capitalismo liberal— sustituidos por una visión de que una buena sociedad es aquella que tiene un declive marginalmente más lento de lo que podría ser.

Otros, que pueden estar de acuerdo en la escala e incluso en la necesidad urgente de cambio, sostendrán que solo una élite tecnocrática puede emprender un camino tan radical. Este impulso es comprensible pero no excusable; la sospecha de que la democracia desata a «la turba» es tan antigua como la idea misma. Un cambio de guardia exclusivamente en el nivel de la formulación de políticas es más simple de imaginar que la construcción de un movimiento político de masas, y mucho más simple de ejecutar como estrategia. Pero lo cierto es que cualquier acuerdo social que se imponga sin consentimiento masivo no va a durar, especialmente si se tienen en cuenta las energías turbulentas que desatará la Tercera Disrupción.

Esta es la razón que explica por qué, para el tipo de cambio que se necesita, y en un mundo cada vez más en conflicto con la sabiduría recibida del pasado, es necesaria una política populista. Una que combine cultura y gobierno con ideas de renovación personal y social. Una que, por tomar prestado un término, invente el futuro. Cualquier otra cosa se quedará corta.

Una política populista es aquella que se dirige «al pueblo» y afirma representarlo. Aunque esta categoría no existe como una entidad permanente e inmutable, hay parámetros que privilegian cierto tipos de unión, acuerdo social o características. Es por ello que el «pueblo étnico» es definido por una comunidad de sangre y territorio; el «pueblo democrático» por el acto compartido de forjar la autoridad legítima a través de elecciones; y el «pueblo ignorante» por una élite benevolente que los mantiene generosamente a raya y los defiende de sí mismos. La esencia misma del populismo es la determinación de quién es realmente «el pueblo», haciendo visible y dando poder a los elementos que lo conforman, que de otra forma serían considerados demasiado incompetentes, peligrosos o dóciles como para transformar la sociedad.

Igual que sucedió con la Segunda Disrupción en la Europa de principios del siglo XIX, el populismo es la única manera de gestionar el tipo de transformación que debemos enfrentar. Entonces se consiguió dar sentido a un mundo cambiante a través de nuevas formas de solidaridad: nacionalismo liberal y autoritario, imperialismo, racismo y socialismo. La coyuntura actual demanda algo similar, nos pide que creemos las políticas colectivas que vayan más allá de la escasez, del trabajo y de las formas estrechas de individualismo e identidad que ofrece el neoliberalismo. La idea de que una clase dominante pueda gestionar una transición así —para bien o para mal— en el contexto de una ruptura civilizacional de ese calibre no es solo incorrecta: es absurda. Además, si no se crean formas nuevas y adecuadas de solidaridad, volverán los autoritarismos que crearon las generaciones anteriores.

Los rojos y los verdes

Este populismo «de lujo» debe ser a la vez rojo y verde. Rojo porque pone las energías de la Tercera Disrupción al servicio de

la humanidad, mientras asegura la libertad personal como nunca antes. Verde porque sabe que el cambio climático es inevitable y que superar los combustibles fósiles es una cuestión de máxima urgencia. Además, en lugar de reducir la calidad de vida, comprende que la transición hacia las energías renovables ofrece un puente hacia la abundancia energética que hará que la sociedad sea más próspera que bajo los estrechos límites que imponen los combustibles fósiles.

Una política ecológica verde sin una política roja que busque la riqueza compartida no va a conseguir el apoyo popular. Por su parte, la promesa de una abundancia roja basada en los combustibles fósiles y en la escasez de recursos caería víctima de la catástrofe climática, dejando a los pobres del mundo expuestos a la devastación como nunca antes. Por ello, la única política adecuada para combatir el cambio climático es la demanda de un comunismo de lujo totalmente automatizado, impulsado por el deseo de tener vidas más completas y plenas, no menos.

Para el movimiento verde del siglo XX esto es una herejía. Son ellos quienes, durante demasiado tiempo, han repetido imprudentemente la afirmación de que «lo pequeño es bonito» y que la única manera de salvar el planeta era abandonar la modernidad misma. El comunismo de lujo totalmente automatizado se opone a esta idea, y distingue el consumo bajo el capitalismo fósil —con sus desplazamientos, publicidad omnipresente, sus trabajos de mierda y su obsolescencia programada— de la persecución de una vida buena en condiciones de oferta ilimitada. En el comunismo de lujo totalmente automatizado veremos más partes del mundo que nunca antes, comeremos comidas de las que no hemos oído hablar, y viviremos vidas equivalentes, si queremos, a las de los millonarios de hoy en día. El lujo lo invadirá todo a

medida que el trabajo asalariado se convierta en una reliquia de la historia como el campesino feudal o el caballero medieval.

Más allá del nihilismo vacío de los multimillonarios de hoy, cuyo ascenso por encima de la escasez encuentra una expresión patética en un consumo ostentoso, el proceso de construcción del comunismo de lujo no solo nos proporcionará los recursos necesarios para hacernos felices, sino que también nos dará un sentido de propósito compartido.

Además, el populismo de lujo rechaza las políticas folk de consumo ético y el hecho de que la esfera de lo local sea algo inherentemente virtuoso. La extensión de las soluciones necesarias para abordar las cinco crisis es planetaria, y, aunque la acción se tendrá que llevar a cabo frecuentemente cerca de casa —como veremos en los siguientes capítulos—, es crucial entender la escala global e histórica de la respuesta. Nuestras ambiciones deben ser prometeicas porque nuestra tecnología nos está haciendo dioses, así que deberíamos intentar que se nos dé bien.

No obstante, debe quedar espacio para campañas de base que promuevan las alternativas posescasez mientras atacan un *statu quo* roto. Las campañas en torno a la desinversión en combustibles fósiles ofrecen un buen ejemplo de cómo funcionar. En lugar de pedir justicia climática a través de llamamientos para bajar el volumen de la modernidad, las críticas a los combustibles fósiles se sitúan dentro de un marco más amplio que los señala como obstáculos para conseguir niveles de vida más altos. En comparación con la energía solar y eólica, los hidrocarburos son tan inadecuados para las necesidades de nuestro siglo como lo era el siglo pasado quemar grasa de ballena para tener luz. Desenterrar y quemar depósitos minerales es muy del siglo pasado.

Este mismo enfoque se necesita para resistir la extracción de gas esquisto, el mejor ejemplo de la miopía que tiene la ideología

de la escasez en medio de las brasas de la Segunda Disrupción. Aunque se puede seguir presionando para conseguir prohibiciones directas, como las que hay en Francia, Alemania y Nueva York, se debe demandar también algo mejor. Los partidarios deben reclamar una alternativa con y junto a las comunidades que se ven afectadas por el fracking, pidiendo derechos para las comunidades indígenas, democracia local y reformas agrarias radicales junto a los llamamientos para poner fin a la perforación. En este sentido, los movimientos que hay en Alaska, Canadá y Australia son ejemplos asombrosos, por no mencionar el caso de Balcombe, una aldea de Sussex donde una coalición de activistas y residentes locales se opuso a los planes de fracking mientras exigían una alternativa basada en la energía solar de propiedad comunitaria. El llamamiento a las energías limpias debe ser sinónimo no solo de la expectativa de una caída constante de los costes, sino también de propiedad común. La prosperidad, la democracia y los bienes comunes no solo están conectados, sino que son constitutivos unos de otros.

Además de avanzar en unas políticas rojas y verdes que revivan los ideales de progreso y abundancia compartida, este nuevo populismo será también lujoso. El comunismo de lujo totalmente automatizado, a diferencia del mundo del neoliberalismo realmente existente, no pedirá sacrificios constantes en el altar del beneficio y el crecimiento. Ya sea para «pagar la deuda con las generaciones futuras», como nuestros políticos se empeñan en repetir, o para un crecimiento y un aumento de los salarios que siempre quedan para «el año que viene», cada vez está más claro que los buenos tiempos no van a volver. Sin embargo, lo que todavía no tenemos es un lenguaje capaz de articularlo y que sea a la vez accesible y emocionante.

Porque detrás de estas afirmaciones —ya sean de Erdogan, Trump, Theresa May o el Banco Central Europeo— hay una casta esotérica de administradores a los que nadie más puede entender. Su lenguaje de matemáticas económicas recuerda al latín culto de los clérigos cuando explicaban la naturaleza de las cosas a campesinos analfabetos que no tenían esperanzas de entender nada. Sus mandamientos son que el crecimiento económico —del tipo que sea— es bueno, y que los piadosos deben mantener la fe trabajando más duro y gastando más que nunca.

Esto exige sacrificios constantes por parte de los contribuyentes, las familias trabajadoras y los que se las arreglan para sobrevivir, mientras el nivel de vida se estanca. Esto significa que estamos viviendo ahora lo que tuvo que enfrentar el socialismo del bloque oriental después de los setenta. Hay dos características distintivas de ese momento que caracterizan nuestro presente: la caída del crecimiento económico y el desmoronamiento de la hegemonía ideológica. Las palabras de los sacerdotes caen cada vez más en oídos sordos, lo que significa que muchos recurren ahora a otras formas de fe, a menudo más antiguas, para darle sentido al absurdo.

Así, el retorno del «pueblo» como el actor político principal es inevitable, ya sea la chusma a la que las élites patricias tienen que defender de sus propios deseos; el *volk* enraizado en la tierra, la sangre y el suelo, como vemos en el resurgir de la extrema derecha; o las masas como sujeto potencialmente transformador que hace historia. Muchos entenderán que los problemas a los que nos enfrentamos son grandes y no tienen precedentes, y sabrán intuitivamente que las soluciones necesarias deben tener una escala similar. Dadas las posibilidades de la Tercera Disrupción, debemos prometerles lo que se merecen: todo.

Todo, contra el vacío de un sistema en quiebra pero que continúa con sus llamamientos a trabajar duro por menos de lo que tenemos ahora. Todo, contra la farsa de identidades que ya no tienen sentido o que eran mitos con una finalidad que ya no sirve. Todo, es decir, el lujo para todos. El ofrecimiento de ser quien quieras ser, en lugar de dejar que tu vida sea moldeada por fuerzas que están más allá de tu control.

Cuando hayamos escalado esa cumbre y superado la escasez, cuando hayamos sometido los beneficios de la Tercera Disrupción a las necesidades de todos, incluso el menos compasivo reflexionará sobre el mundo de hoy con pesar y lástima. Pena por tanto potencial perdido, por todas las historias que no se escribieron y las vidas que pudieron haber sido mucho mejores. Y pena sobre todo por aquellos que creían que un régimen de escasez forzada les hacía mejores que los demás.

Esto no es 1917

El comunismo de lujo totalmente automatizado no es el comunismo de principios del siglo XX, y no se va a alzar con el poder asaltando el Palacio de Invierno. La razón es que, hasta las décadas iniciales de la Tercera Disrupción, el comunismo era tan imposible como el excedente antes de la Primera o la electricidad antes de la Segunda. En lugar de eso, lo que había era socialismo, definido todavía por la escasez y el trabajo asalariado y que se convirtió en la estrella polar que guiaba las esperanzas en todo el mundo.

Las tecnologías que se necesitan para establecer una sociedad posescasez y postrabajo —centradas en las energías renovables, la automatización y la información— no estaban en la Rusia imperial, ni tampoco en ningún otro sitio hasta finales de los sesenta.

De hecho, en un esfuerzo por ponerse al día con las economías más avanzadas de Europa y América, los bolcheviques estudiaron la ciencia de la productividad taylorista, aplicándose a la tarea de subordinar el tiempo humano a la producción económica para lograr una eficiencia cada vez mayor. En realidad, no tenían mucha alternativa.

Resulta que era correcta la temprana sospecha de Marx de que los países que iban a liderar la revolución eran aquellos que estaban a la vanguardia de la modernidad capitalista. Solo ahora sabemos que para la Tercera Disrupción la tecnología significa tanto como la política, que es un precursor tan necesario como la conciencia de clase y la lucha colectiva. Crear un sistema comunista antes de la Tercera Disrupción es como crear una máquina voladora antes de la Segunda. Puedes concebirlo —de hecho, un genio como Leonardo da Vinci lo hizo— pero no puedes crearlo. No es un fallo de la voluntad o la inteligencia, sino simplemente una inevitabilidad de la historia.

Además, la forma en que se produjo y defendió la revolución de 1917, a través de un golpe antiliberal sujeto a la invasión militar de las grandes potencias, limitaron las posibilidades de transformación social. Inevitablemente, dieron forma a un régimen que se volvió profundamente jerárquico. Dados los problemas a los que se enfrentó, tanto dentro como fuera de sus fronteras, sus siete décadas de supervivencia fueron uno de los grandes logros políticos del último siglo.

Independientemente de los «qué habría pasado si» de la historia, el comunismo de lujo totalmente automatizado es diferente. En su lugar, reconoce la centralidad de los derechos humanos, sobre todo el derecho a la felicidad personal, y busca construir una sociedad donde todo el mundo pueda acceder a los recursos necesarios para lograr ese fin. Se trata de una política centrada

en el reconocimiento de que, como dijo Roosvelt una vez, las personas necesitadas no son personas libres. Sin el acceso a recursos como la vivienda, la educación, el transporte, la sanidad o la información, no se puede decir que exista la libertad como capacidad de autorrealización. Los fines liberales, especialmente la posibilidad de que el individuo esté en una posición única para determinar su camino en la vida, son imposibles sin medios comunistas. Que la mayor parte de la gente encuentre felicidad y sentido es imposible en la medida en que estas cosas son mercancías sujetas al beneficio en lugar de a la necesidad.

Debemos entender que las formas apropiadas de organización política, igual que las utopías que construimos, son contingentes a los tiempos que vivimos. Igual que el comunismo de lujo es apropiado para un mundo donde la tecnología nos sitúa en la antesala de una abundancia que antes era inimaginable, la forma de partido que surgió en respuesta a sociedades cerradas y subdesarrolladas tiene cada vez menos sentido. Esto mismo sucede con formas de organización de los trabajadores, radicales o reformistas, que están basadas en la premisa equivocada de que la sociedad del trabajo va a durar para siempre. Esa sociedad no va a durar y hacer que perdure no debe ser nuestra ambición política. El papel del movimiento obrero es liberar a la clase trabajadora, y con ello a toda la sociedad, no salvar un sistema moribundo que está en su fase terminal.

Los vehículos para lograr la transformación política cambian, igual que el mundo que queremos lograr. Ahora debemos construir un partido de los trabajadores que esté en contra del trabajo, uno cuyas políticas sean populistas, democráticas y amplias, todo ello mientras luchamos contra una élite que, a través de su poder sobre la sociedad civil y el Estado, no va a descansar en su lucha para que el comunismo de lujo nunca llegue a existir.

Electoralismo y sociedad

El comunismo de lujo totalmente automatizado solo es posible ahora por los desarrollos de la Tercera Disrupción. La revolución que presagia no busca simplemente sustituir una clase dirigente por otra, sino que conlleva un cambio más amplio en las ideas, las relaciones sociales y la tecnología, lo que Marx memorablemente llamó el modo de producción. A su vez, eso requiere de nosotros que transformemos ese nuevo conocimiento en un sujeto colectivo con demandas específicas.

En este sentido, las políticas electorales tienen un propósito crucial. La mayor parte de la gente solo puede ser políticamente activa durante un corto periodo de tiempo. Hasta cierto punto esto es lamentable, porque se deriva de la extensión de una cultura que cultiva intencionadamente la apatía y restringe un sentido más amplio del poder popular. Sin embargo, es también una respuesta natural de muchas personas que, agotadas por el ritmo, las demandas y la monotonía del trabajo, por no mencionar las obligaciones familiares y la sobrecarga sensorial del mundo moderno, no pueden establecer un espacio permanente para el compromiso político en sus vidas. El problema, por tanto, no es que la mayoría de la gente no se preocupe de la política, sino que no pueden darse el lujo de preocuparse ante tantas demandas que tiene que atender. Aunque en la última década, a medida que el *statu quo* ha oscilado entre la inercia y el colapso, esto ha cambiado ligeramente, no debe exagerarse. Al menos no todavía.

Esta es una razón más para que el CLTA, integrado en un populismo de lujo, participe en la política electoral. Después de todo, las elecciones son el único momento en que un sector amplio de la sociedad —especialmente los más explotados— está abierto a escuchar nuevas posibilidades sobre el funcionamiento

de la sociedad y a ver que determinados problemas que parecían independientes en realidad comparten causas comunes y posibles soluciones. Además, el acto de votar —incluso si se considera que carece de mucho poder por sí mismo— puede actuar como catalizador de un cambio hacia formas más profundas de participación y activismo. De forma aislada, la política electoral no nos va a dar el mundo que queremos, pero aliado con un movimiento permanente que haga evidente para todo el mundo el potencial de la Tercera Disrupción —junto a la necesidad de una respuesta política colectiva— puede contribuir a dar forma a los límites de lo posible.

Además, es necesario reconocer que el flujo de la historia va más allá de la política, ya sea electoral o de otro tipo. El cambio al CLTA necesitará nuevas ideas, nuevas relaciones sociales, nuevas formas de vivir el día a día y nuevas formas de relacionarnos con la naturaleza. Las ideologías políticas del pasado se han centrado frecuentemente, para su detrimento, en solo una de estas cuestiones a expensas de las otras: muchos anarquistas contemporáneos tienden a ver las relaciones sociales como lo más importante, como si fueran independientes de las ideas, la vida cotidiana o el trabajo. Por su parte, el leninismo ve la producción, y por extensión la subjetividad de la clase obrera, como crucial, e ignora el hecho de que estamos en un mundo cuyas ideas y tecnologías son profundamente diferentes del de principios del siglo XX. Por su parte, los utopistas tecnológicos, como los ideólogos californianos de Silicon Valley, ven la tecnología como el medio principal para construir un futuro mejor, y la entienden como algo independiente de la política, la sociedad y la historia. Por último, algunos ecologistas han favorecido las relaciones con la naturaleza y cómo nos vemos a nosotros mismos en el cosmos, concretamente en relación a otras formas de vida, como la fuerza

más importante para guiar sus políticas. Con demasiada frecuencia lo han hecho a expensas de un análisis de clase que permita entender la producción y la explotación bajo el capitalismo, y cómo ese sistema se opone de forma inherente a lo que quieren.

Dada la gran diferencia entre el mundo que esperamos construir a la sombra de la Tercera Disrupción y el actual, la elección es más compleja que simplemente elegir entre abrazar el electoralismo o renunciar al poder estatal. En su lugar, debemos adoptar la visión del CLTA, adaptándola a cada parte para que todas juntas puedan hacer historia. En cada caso el impulso que guíe la acción debe ser el mismo: alcanzar el reino de la libertad y un mundo más allá de la escasez y el trabajo asalariado; un mundo donde haya una libertad universal para ser lo que queramos, y una abundancia tan grande para que parezca casi espontánea. Esto requiere participar en la política electoral e incluso en el gobierno, pero no limitarnos solo a ello.

Contra el globalismo, hacia el internacionalismo

El CLTA es internacionalista, entiende la naturaleza integrada de la economía mundial y el flujo de mercancías, personas, capital y sistemas climáticos. Se construye sobre valores universales por los que se ha peleado durante más de dos siglos desde Haití a China. Acepta que los Estados-nación, como una herramienta de los poderosos, han concentrado la riqueza en determinados lugares en detrimento de otros. Decir que un país está menos desarrollado que otro no es despreciarlo, sino reconocer que el sistema global ha buscado intencionadamente producir esa situación. Lo importante no es cambiar las palabras que utilizamos, sino las situaciones que describen.

Una de las barreras más grandes para el cambio es el culto al globalismo, cuya retórica es decir por sistema que los problemas son tan profundos que solo se pueden resolver mediante una coordinación internacional. Oímos la misma frase una y otra vez cuando se habla del cambio climático, las migraciones o la escasez de recursos: ninguna nación puede resolver estos problemas sola. Eso puede ser cierto, pero, hasta ahora, ese discurso ha servido para mantener la inercia política más que para emprender acciones decisivas. Quizás esa era la intención.

El mejor ejemplo es el cambio climático: la Cumbre de Río de 1992 fue el momento en el que el mundo empezó a entender las consecuencias devastadoras del calentamiento global. La conclusión resultante fue inmediata y daría forma a las afirmaciones globalistas en las siguientes décadas: debido a que el problema era de una escala planetaria, todo lo que no fuese la cooperación entre Estados estaba destinado a quedarse corto.

Sin embargo, desde entonces las emisiones de carbono han crecido significativamente y los años que siguieron a la crisis financiera global fueron los peores en emisiones desde que hay registros. El enfoque actual sobre el cambio climático no es «trabajar juntos», sino presentar la pasividad como compañerismo. La consecuencia de señalar la necesidad de soluciones globales —siempre unido a una forma de globalización económica que es intercambiable con el capitalismo de mercado— es que ha permitido que las élites evadan responsabilidades. La «coordinación global» es un mero complemento en el plano internacional al realismo capitalista, lo que permite que los mayores contaminadores —que también son las naciones más poderosas— eviten cambiar de camino.

Esta es la razón de que debamos reimaginar y replicar las políticas prototípicas del siglo XIX, que son en sí mismas una respuesta a la Segunda Disrupción y a la forma en que esta reformuló la sociedad a escala global por primera vez. En lugar de integración necesitamos imitación, ejemplos demostrables, que tienen un poder de convicción mucho mayor que los intereses de las élites enmarcados en un compromiso multilateral. En respuesta a estas políticas, el culto al globalismo insiste en que son ineficaces en el mejor de los casos y en el peor una vuelta a los años treinta, cuando los Estados-nación dieron la espalda por última vez a un orden global fallido. Esta retórica es análoga al antiutopismo que permite sobrevivir al realismo capitalista a nivel doméstico. Nada cambia nunca, y esa es la cuestión.

La política que toma lo mejor de otras épocas no podría ser más diferente, ya que pone el énfasis en la acción y la decisión, por pequeñas o limitadas que sean, en lugar de en la retórica de la cooperación. Cuando quisimos conectar el mundo a través de cables, trenes y carreteras, lo hicimos mediante el ejemplo y la imitación. Cuando deseamos alfabetización y sanidad universal, también. Cuando buscamos democracia y formas de gobierno que sirviesen a los intereses de la gente corriente, fue porque miramos a otros lugares y dijimos «¿por qué no podemos hacerlo nosotros?». Ahora, ese mismo impulso debe guiar la creación de instituciones, culturas y tecnologías que aborden los problemas de nuestro tiempo, desde el cambio climático al envejecimiento o el desempleo tecnológico. Esto requiere admitir una premisa básica que ha sido herética para una buena parte de la izquierda desde que Fukuyama declaró el fin de la historia: los cambios rápidos y efectivos solo se pueden poner en marcha a través del Estado-nación. Llevar a cabo una descarbonización completa, en cierto sentido, no es una tarea más grande que construir una

red de carreteras, lograr la alfabetización universal o hacer que la electricidad llegue a todas las casas. Es el momento de que dejemos de esperar y hagamos historia una vez más.

En su descripción del capitalismo y de lo que vendría después, Marx escribió con firmeza sobre cómo la historia contiene múltiples piezas móviles:

> En la producción social de su existencia los hombres entran en relaciones determinadas, necesarias, independientes de su voluntad; estas relaciones de producción corresponden a un grado determinado de desarrollo de sus fuerzas productivas materiales. El conjunto de estas relaciones de producción constituye la estructura económica de la sociedad [...][25].

Añadió que estas nuevas relaciones materiales crearon también simultáneamente una nueva conciencia

> sobre la cual se alza una superestructura jurídica y política y a la cual corresponden formas determinadas de la conciencia social. En general, el modo de producción de la vida material condiciona el proceso social, político y espiritual de la vida. No es la conciencia de los hombres lo que determina su ser, sino al contrario, su ser social es el que determina su conciencia.

Marx continúa diciendo algo de suma importancia, especialmente si tenemos en cuenta lo que está sucediendo con el mecanismo de precios en los bienes de información, incluso siguiendo a Paul Romer y Larry Summers:

---

25. *Contribución a la crítica de la economía política*. Traducción de Jorge Tula, León Mames, Pedro Scaron, Miguel Murmis y José Aricó. Siglo XXI, 2008. [N. de la T.]

> En un determinado estadio de su desarrollo las fuerzas productivas materiales de la sociedad entran en contradicción con las relaciones de producción existentes o, por usar la equivalente expresión jurídica, con las relaciones de propiedad dentro de las cuales se habían movido hasta entonces. De formas de desarrollo que eran las fuerzas productivas, esas relaciones se convierten en trabas de las mismas. Empieza entonces una época de revolución social. Los cambios en la base económica conducen tarde o temprano a la transformación de la superestructura al completo.

Esta superestructura, que incluye la cultura popular compartida, la forma en que entendemos la naturaleza e incluso cómo construimos nuestra propia personalidad, está en proceso de rehacerse. Las medidas apropiadas para el comunismo del lujo plenamente automatizado entienden eso y se insertan en cada terreno, guiadas siempre por un lema simple: libertad, lujo y búsqueda de la posescasez.

10

Principios fundamentales: la ruptura con el neoliberalismo

Acabad con el neoliberalismo, no con la gente.

Clive Lewis

El colapso de Carillion y la línea de la costa este

Aunque el CLTA es el proyecto político adecuado para la Tercera Disrupción, se trata de un acontecimiento histórico que necesitará décadas para desarrollarse, igual que sucedió con la Segunda Disrupción tras la máquina de vapor de Watt. Sin embargo, esa no es una razón para esperar. Por el contrario, debemos comenzar donde estamos ahora, rompiendo con el neoliberalismo y construyendo alternativas viables.

Así, aunque el horizonte político es un mundo que ha superado el trabajo asalariado y la escasez, la tarea más acuciante es descartar una ortodoxia construida sobre sindicatos débiles, mercados de trabajo precarios, caída de los salarios y privatizaciones para romper con, en una palabra, el neoliberalismo. Debemos cambiar la tendencia en cada esfera y hacerlo con el compromiso de crear un mundo completamente diferente al actual.

Esta ruptura debe empezar apagando la máquina de la privatización y la subcontratación. La razón es simple: la lógica que predomina en ella exige que todos los bienes públicos —desde la sanidad a la educación o la vivienda— sean sacrificados en el altar del beneficio privado y el valor de las acciones. En este sentido, la privatización y la subcontratación son las dos caras de la misma moneda. Mientras la primera ha tenido un lugar central en el debilitamiento de la provisión de servicios públicos por parte del Estado —con industrias enteras privatizadas en masa en los últimos cincuenta años—, la segunda ha resultado igualmente efectiva como forma de canalizar las ganancias privadas mientras se mantenía una apariencia de propiedad pública y rendición de cuentas. Las consecuencias de esto ha sido el empobrecimiento de los trabajadores y la degradación de los servicios, muchas veces en nombre de la «elección del consumidor», mientras se despojaba a las comunidades de la riqueza y los conocimientos locales.

Un buen ejemplo de los fallos de la subcontratación es la quiebra de Carillion, una empresa de construcción y «gestión de infraestructuras» que se declaró en bancarrota a principios de 2018. Con un 90 % de mano de obra subcontratada, hasta 30 000 empresas sufrieron las consecuencias de una mala gestión motivada por cuestiones ideológicas. Mientras tanto, los fondos de

cobertura de la City ganaron cientos de millones especulando con su desaparición.

El pasatiempo favorito de los pensadores del establishment es cuestionar la mera existencia del neoliberalismo, a pesar de que algunos de los más ilustres historiadores y científicos sociales del mundo han escrito sobre él extensamente. Sin embargo, para responder a su cuestionamiento basta con citar el nombre del desaparecido gigante de la construcción. ¿De qué otra forma se puede explicar la lógica que hay detrás de una compañía financiada por contratos del gobierno que, cuando quiebra, castiga a los trabajadores y beneficia a la economía de casino de los especuladores financieros?

El papel económico que ha jugado Carrillion, especialmente después de 2010, no habría tenido sentido en ningún otro momento histórico. Con la imposición de la austeridad, sin embargo, jugó un papel fundamental —junto a compañías similares como Serco, Sodexo, Capita y G4S— distribuyendo la presión a la baja de los salarios, mientras Gran Bretaña se convertía en el segundo mercado de subcontratación del mundo.

Con el imperativo de impulsar los recortes del sector público, especialmente en el gobierno local, y demostrar la superioridad del sector privado, estas compañías jugaron un papel central en la transferencia de cientos de miles de empleos mientras bajaban el sueldo a los trabajadores. De hecho, el «milagro» del empleo en el sector privado en Gran Bretaña después de 2010 solo fue posible gracias a la subcontratación. Sin embargo, su éxito estuvo vinculado a la caída de los salarios, el aumento de la pobreza de los trabajadores y el estancamiento de la productividad.

La velocidad vertiginosa a la que cayó Carillion muestra cómo la subcontratación empobrece a los trabajadores por defecto y,

peor todavía, puede provocar el caos en sectores enteros de la economía. Esto no solo pone en peligro la prestación de servicios e infraestructuras clave, sino que además lo hace cargando el peso sobre la espalda de trabajadores precarios. Además, multinacionales como Carillion utilizan fondos públicos para intensificar la pobreza local mientras proporcionan beneficios a los accionistas de la empresa con sede en otro lugar, a menudo ciudades más grandes y ricas. Este modelo no solo es terroríficamente efectivo en su habilidad para generar caídas de salario, sino también para asegurar que el capital se marche de pueblos y ciudades que se quedan atrás. El resultado es que es responsable tanto de la desigualdad en los ingresos como territorial.

No obstante, aunque la quiebra de Carillion demostró la lógica perversa de la subcontratación, no logró igualar la estupidez de lo que sucedió con la línea de tren de la costa este, que conecta las ciudades de Londres y Edimburgo. Devuelta a la propiedad pública en 2009, cuando su operador Stagecoach dijo que los márgenes de beneficio eran demasiado bajos debido a la recesión, se convirtió después en un ejemplo de excelencia, ganó doce premios de la industria y requirió el nivel más bajo de inversión gubernamental en relación a sus ingresos totales en comparación con todos los operadores privados. Sí, lo has leído bien: el único operador ferroviario de propiedad pública necesitaba menos fondos de los contribuyentes que los operadores privados. Sin embargo, como era de esperar, a pesar de funcionar extraordinariamente bien, la línea fue privatizada de nuevo en 2013. Esto fue antes de que fuese renacionalizada «temporalmente» una vez más en 2018 cuando los propietarios privados no consiguieron obtener beneficios, a pesar de los subsidios. Aunque la historia de

la línea de la costa este es casi graciosa, la tragedia es que de quien se ríen es de nosotros.

Esto se debe a que las empresas ferroviarias privadas, igual que las compañías de subcontratación, no son más que máquinas diseñadas para extraer beneficios para los accionistas a expensas de los trabajadores y los usuarios de los servicios. Además de costarle a los contribuyentes una fortuna en subsidios, las compañías ferroviarias de Gran Bretaña tienen algunas de las tarifas más exorbitantes de Europa: el informe McNulty, publicado en 2011, concluyó que los costes eran un 40 % superiores a las empresas ferroviarias de propiedad estatal del continente.

La razón por la que las palabras de algunos políticos tienen eco cuando dicen que el sistema está «manipulado» es porque, en lo que se refiere a una franja cada vez mayor de servicios públicos sujetos a privatización y subcontratación, lo que dicen describe con precisión la realidad del día a día. La privatización no tiene que ver con la mejora de los resultados o de los servicios, sino con la realización de una agenda política que concentra la riqueza tomándola de la mayoría de la sociedad y dándosela a una pequeña élite. Esto ni siquiera es el «libre mercado», sino un híbrido extraño que mezcla las peores características del capitalismo de mercado y del socialismo de Estado.

El plan de desarrollo de Haringey

Aunque no produjo tantos beneficios como la quiebra de Carillion ni es tan absurdo como la línea ferroviaria de la costa este, el auge y caída del plan de desarrollo de Haringey (HDV por sus siglas en inglés) en el norte de Londres ofrece otro buen ejemplo de la picadora de carne neoliberal en acción.

Desarrollado gracias a una iniciativa conjunta de la junta de distrito laborista y la constructora Lendlease, su intención era responder a los problemas gemelos de la crisis de la vivienda y de la reducción por parte del gobierno central de los presupuestos locales debido a la austeridad. En este sentido, es muy similar a lo que sucede con la subcontratación: si la solución al desempleo eran trabajos cuyo salario incrementaba la pobreza, el HDV quería construir viviendas que la gente corriente no se podía permitir. En un distrito de Londres donde la vivienda media ya cuesta quince veces el salario medio, el HDV no solucionaba la crisis de la vivienda, sino que la agravaba.

Este ciclo de retroalimentación no es accidental. El neoliberalismo reduce la capacidad de los organismos públicos de gastar dinero mientras agrava problemas sociales como la falta de vivienda y la pobreza. Esto implica que las únicas opciones de respuesta —incluso si los agentes públicos tienen una mentalidad diferente— están cada vez más orientadas al mercado. Es como un uróboro —la serpiente de la mitología antigua que se comía su propia cola— diseñado intencionalmente para crear desigualdad y Estados débiles e incapaces de actuar.

Que el HDV estuviese supervisado por una junta laborista es significativo. A diferencia de lo sucedido con la línea ferroviaria de la costa este, esto no es un ejemplo de ideología partidista donde la irracionalidad bordea el fanatismo. Por el contrario, fue un ejemplo instructivo de cómo el neoliberalismo puede introducirse en una red de necesidades y hacer que el lema «no hay alternativa» se convierta en una profecía autocumplida.

El incendio de Grenfell

La máquina neoliberal tiene consecuencias que van más allá de los datos económicos y las hojas de cálculo. Más allá incluso de la

pobreza de los trabajadores en activo y de una vida definida por el pago de alquileres cada vez más altos a propietarios ricos y de rentas a los accionistas de las empresas. Por malo que sea, esto palidece al lado de la expresión histórica más clara en una generación: la estructura abandonada de la torre Grenfell, un bloque residencial de 24 pisos en el oeste de Londres en la que, en junio de 2017, perdieron la vida 72 personas.

Unos días después de que Theresa May perdiera su mayoría parlamentaria en las elecciones generales, se produjo un incendio que arrasó el edificio de una forma que no se había visto en Gran Bretaña desde hacía décadas. La explicación principal de la rápida y sorprendente propagación del fuego por el edificio —construido en 1974 y diseñado específicamente para minimizar las posibilidades de que sucediera eso— fue la instalación de un revestimiento inflamable unos años antes, además de unas normas de seguridad deficientes y un sistema de aspersores antiincendios que no funcionaba, todas cuestiones de las que previamente se habían quejado los residentes.

El revestimiento, compuesto principalmente de polietileno, era tan inflamable como el petróleo. Los avances en la ciencia de los materiales implican que deberíamos construir viviendas más seguras y eficientes que nunca antes en la historia. En cambio, prevaleció un enfoque centrado en recortar los gastos destinados a las viviendas de los pobres y en priorizar la estética exterior a la salud de los residentes. En el caso de Grenfell ese enfoque significó que se recortaron las esquinas y se perdieron vidas.

No se trata de un asunto político menor: muestra las consecuencias reales de la «autorregulación». Las normas de seguridad de las viviendas se redujeron durante el gobierno de Thatcher, cuando se sustituyeron requisitos que hasta entonces habían sido obligatorios por «guías» que la industria de la construcción

podía elegir implementar o no. Unos meses antes del incendio de Grenfell, varios parlamentarios tories habían hablado abiertamente de cómo el Brexit significaba que este enfoque podría llevarse todavía más lejos. Jacob Rees-Mogg, un prominente diputado de la derecha, reflexionó sobre cómo la salida de Gran Bretaña de la UE ofrecía la oportunidad de reducir más aún las normas de seguridad y medioambiente: «Podemos decir que si es suficientemente bueno para la India, lo es para aquí. No hay nada que lo pare».

John McDonnell, canciller en la sombra de los laboristas, causó consternación entre ese mismo establishment que toma en serio a Rees—Mogg cuando calificó de «asesinato social» a lo sucedido en Grenfell y afirmó que «las decisiones políticas que se habían tomado habían causado la muerte de esas personas». Sin embargo, fue Clive Lewis el que causó el mayor ataque de ira cuando tuiteó una imagen de la torre destruida junto a las palabras «Acabad con el neoliberalismo, no con la gente». Eso provocó que a algunos les saliese espuma por la boca durante meses, pero quizá es porque entendieron que una buena parte de la opinión pública estaba de acuerdo con el diputado laborista.

Aunque no fue evidente enseguida —esa es la intención de un sistema político que se presenta a sí mismo como la realidad— Grenfell fue el resultado de unas elecciones políticas claras. Los cambios en la regulación introducidos por Thatcher y profundizados por el Nuevo Laborismo representan el núcleo central de la ideología neoliberal: cuanto menos intervienes y más permites que el equilibrio del mercado haga su trabajo es más probable que haya resultados óptimos. Esa misma ideología perjudicial había proporcionado previamente la cobertura para la subcontratación, la privatización y la gentrificación, a pesar de que los

hechos hablaban en su contra. Ahora había llevado a que la gente muriera en sus camas mientras dormía.

A pesar de la magnitud de estas cuestiones, la ruptura con todo esto no es solo plausible, sino cada vez más fácil de ver. Igual que es un freno para un presente cada vez más disfuncional, también es un primer paso para el CLTA. Su núcleo central principal es triple: relocalización empresarial a través de adquisiciones progresivas y proteccionismo municipal; socialización de las finanzas y creación de una red de bancos regionales y locales y, finalmente, la introducción de un conjunto de servicios básicos universales que conviertan una gran parte de la economía nacional en propiedad pública. Aunque mucho de esto puede recordar a las nacionalizaciones del siglo pasado, otra gran parte será diferente.

Pero antes de que los gobiernos de la izquierda radical puedan llevar a cabo cambios a nivel nacional, en el nivel local podemos empezar ya. De hecho, a su manera, la revolución desde abajo ya ha comenzado.

Acabar con el neoliberalismo 1: el modelo Preston

Hace dos siglos, la ciudad natal de Richard Arkwright, Preston, estaba a la vanguardia de la Segunda Disrupción, ya que, como otras ciudades y pueblos de Lancashire, había abrazado las nuevas tecnologías del vapor y el carbón. Sin embargo, más recientemente Preston se había convertido en un páramo, con las fábricas yéndose a otros lugares y su ventaja inicial en la Revolución Industrial agotada hace mucho. El resultado fue que su futuro económico se parecía al de Gran Bretaña en general:

su apuesta era atraer tantos trabajos de baja productividad en el sector servicios como fuese posible. Eso explica por qué, hasta 2011, los políticos locales lo apostaron todo a la propuesta de construcción de un centro comercial llamado Tithebarn que, según ellos, crearía miles de empleos nuevos.

Así, cuando el proyecto de Tithebarn finalmente fracasó, los políticos de la ciudad se encontraron sin ideas. Lo cierto es que la crisis económica global que había empezado varios años antes hacía poco probable que el proyecto se desarrollase, independientemente de cuáles fueran los deseos del gobierno local. Basado en un modelo económico de venta al por menor y endeudamiento del consumidor, los números habían dejado de tener sentido. En un contexto de austeridad y recortes que se imponían con mayor dureza a los gobiernos locales, las perspectivas económicas de Preston parecían más sombrías que nunca.

Pero entonces sucedió algo sorprendente y Preston convirtió lo que parecía un revés definitivo en una oportunidad. Lo hizo inspirándose en la ciudad estadounidense de Cleveland, que se había enfrentado a problemas similares unos años antes. Allí la respuesta a la crisis presupuestaria había sido heterodoxa e inesperada: el gobierno local había rechazado la medida que se aplica por defecto de privatización y subcontratación y se había centrado en su lugar en revitalizar la economía de la ciudad a través de los contratos que realizaban «instituciones ancla» como escuelas, hospitales y universidades. Con el tiempo demostró ser un éxito, por lo que el enfoque empezó a conocerse como el «modelo Cleveland».

Su adopción en Preston, relativamente única en el contexto de Reino Unido, supuso un triunfo inesperado. Trabajando junto al Centro de Estrategias Económicas Locales (CLES por sus siglas en inglés) de Mánchester, el ayuntamiento de Preston se dirigió en

2011 a las instituciones ancla de la ciudad y les propuso redirigir la mayor parte de su gasto a la economía local. Seis de ellas aceptaron participar. Este esfuerzo cooperativo entre las instituciones públicas permitió que los contratos de ámbito local lo cubriesen todo, desde las comidas en los colegios hasta los proyectos de construcción a gran escala. Todo esto supuso que, mientras en 2013 estas instituciones gastaban 38 millones de libras en Preston y 292 en Lancashire, en 2017 las cifras habían aumentado hasta los 111 y los 486 millones de libras respectivamente. Aunque por sí mismo esto era ya impresionante, no ilustra adecuadamente la profundidad del cambio que logró esta estrategia, que tuvo un efecto multiplicador y permitió el despegue de la economía local en la medida en que el dinero continuaba circulando por la economía de la ciudad. Eso significó que, mientras los salarios reales de los trabajadores del centro de Lancashire cayeron después de 2008, como hicieron en toda Gran Bretaña, en Preston subieron a pesar de la austeridad.

Mientras otras autoridades privatizaban, Preston cultivó sus propios negocios, alentando incluso la creación de cooperativas propiedad de los trabajadores. A finales de 2016, la ciudad fue elegida como el mejor sitio para vivir y trabajar del noroeste, por encima de Mánchester y Liverpool. Dos años después recibió el galardón de ser la ciudad de Gran Bretaña que más había mejorado.

Replicar el modelo de Preston es el primer paso en la construcción de una economía alternativa que rompa con el neoliberalismo sin necesidad del poder estatal nacional. A pesar de que se pondría en marcha en un contexto local, las consecuencias podrían ser significativas. En Reino Unido, por ejemplo, el servicio nacional de salud emplea una sorprendente cifra de 1,4 millones de personas. Entre eso y los colegios, universidades, institutos y

otras instituciones públicas del país, está claro que hay una escala suficiente para rehacer de forma radical la economía británica desde abajo. Todo ello en un país que, según los estándares internacionales, está bastante inclinado hacia su capital nacional.

La ambición de llevar a una escala mayor el modelo Preston va más allá de un simple control de daños o de la mitigación de los peores excesos de la austeridad. Lejos de ser un salvavidas socialista, sería el primer paso para revivir las economías regionales y nacional. Calle a calle, pueblo a pueblo, ciudad a ciudad.

Esto se consigue a través del proteccionismo municipal, que favorece activamente a los negocios locales propiedad de los trabajadores por encima de las multinacionales y los gigantes industriales. Esto no solo supondrá un giro para revertir la privatización, sino que simultáneamente también ayudará a construir una alternativa más resiliente y socialmente justa. Mientras los valores principales del sistema actual son el recorte de gastos y la maximización de los beneficios de los accionistas, aquí se mitiga la desigualdad regional y de ingresos y aparece un rango de modelos de propiedad más amplio. En realidad, esto significa que las únicas empresas que podrán pujar por los contratos locales deberán cumplir una serie de criterios, como que su base a esté a una distancia determinada (quizás a menos de 10 kilómetros, o dentro de un determinado país o provincia); que sean cooperativas propiedad de los trabajadores; que ofrezcan productos orgánicos o que utilicen energías renovables. Los beneficios de los accionistas serán sustituidos por este tipo de criterios cuando se piense en lo que tiene más sentido.

Negocios de la gente, bancos de la gente

La mayor parte de esto no será posible sin acceso al crédito, ya que las dificultades de acceder a la financiación son el mayor obstáculo para las cooperativas y las empresas que son propiedad de los trabajadores.

En las economías capitalistas, estas compañías tienden a sufrir limitaciones en el acceso a la financiación de largo plazo, ya que las instituciones convencionales son escépticas a prestar dinero a negocios sobre los que no tienen control. Esta falta de apoyo lleva a una inversión insuficiente y a una tendencia a ceder en los momentos de estrés financiero, haciendo que las cooperativas sean susceptibles de ser compradas por empresas más grandes que pueden acceder al crédito más fácilmente. Esto explica por qué, a pesar de sus ventajas de productividad respecto a las organizaciones convencionales, los negocios que son propiedad de los trabajadores tienen problemas estructurales a largo plazo, lo que a su vez explica por qué actualmente representan una parte tan pequeña de la economía.

Todos los grandes bancos nacionales, que tienen alrededor de un 80 % de los depósitos de Reino Unido, prefieren prestar 10 millones de libras a un solo negocio que 50 000 libras a doscientas empresas pequeñas. Así que si queremos salir de una economía basada en los oligopolios y la fuga de capitales, es de suma importancia que creemos una red de bancos locales y cooperativas de crédito.

Poner el foco en el sector público también proporciona aquí parte de la solución, ya que los grandes fondos de pensiones de estas mismas instituciones básicas ofrecen capital más que suficiente para empezar. Aunque los sindicatos ingleses resisten bien la austeridad a nivel nacional, tienen alrededor de 200 000 millones

de libras del dinero de sus miembros invertido en pensiones. Si se pusieran en bancos de desarrollo local, no solo podrían crear más puestos de trabajo, sino también asegurar un rendimiento mayor para sus miembros. Por supuesto, los beneficios no serían el objetivo final, pero como ha escrito John Clancy, las ganancias que obtienen de las inversiones en el extranjero son a menudo muy decepcionantes, lo que significa que los fondos están buscando activamente inversiones más sostenibles y, si es necesario, locales.

De acuerdo con el *ethos* del proteccionismo municipal, se pueden fijar restricciones a los créditos que proporcionen estos bancos en función de la cantidad y el área geográfica. Además, su cometido no sería solo maximizar la rentabilidad, sino también el valor social, por lo que se centrarían en la transición energética, el impulso de sectores específicos y la financiación de una nueva oleada de negocios propiedad de los trabajadores.

Los beneficios de apoyar el crecimiento de una economía cooperativa y con empresas que son propiedad de los trabajadores están bien documentados, desde ayudar a gestionar la baja productividad hasta lidiar con la inversión insuficiente de las pequeñas y medianas empresas, por no mencionar la reducción de las desigualdades económicas y regionales. Sin embargo, lo más importante en el contexto de la Tercera Disrupción es que ofrecen un medio práctico para que la sociedad avance en el camino de la automatización y, en última instancia, de la inteligencia artificial. A pesar de los enormes retos que supone, hay una solución política para un mundo en el que el trabajo se puede convertir en el capital: dar los medios de producción a los trabajadores.

Además de esta red de bancos locales, el gobierno central crearía organismos de inversión nacionales y regionales para financiar no solo a las empresas, sino también infraestructuras clave que producen beneficios sociales, ya sea reduciendo las emisiones o

adquiriendo capital fijo que permita a las empresas gestionadas por los trabajadores hacer más con menos. Como veremos en el siguiente capítulo, esto, unido a la puesta en marcha de cambios drásticos en las competencias de los bancos centrales, significará la transformación del papel que juegan las finanzas en la economía.

El retorno del Estado: SBU

A pesar de lo estimulantes que resultan, el proteccionismo municipal y la adopción generalizada del modelo Preston no son suficientes por sí solos. Pueden ser el freno de mano que ayude a revertir la privatización mientras proporcionan un terreno fértil para el crecimiento de las empresas gestionadas por los trabajadores, pero apenas arañan la superficie si lo que queremos es poner el potencial de la Tercera Disrupción en manos de la gente. Por ello, los Servicios Básicos Universales (SBU) deben acompañarlos.

La forma clásica de expresar esta idea es la nacionalización, que implica que el gobierno posea y controle una gran variedad de industrias y servicios. Este modelo es familiar para muchas personas. Después de la Segunda Guerra Mundial, el Estado de bienestar moderno, sobre todo en Europa, tuvo un papel central en una buena parte de la economía, desde la energía a la educación, pasando por las directrices generales de la industria y la minería. En otros lugares y a menudo bajo la influencia política de la URSS, algunos países experimentaron con diferentes formas de socialismo de Estado, lo que les llevó a prescindir por completo de la producción comercial y a privilegiar lo que llamaban derechos económicos —relacionados sobre todo con el trabajo— sobre los civiles y políticos. Sin embargo, incluso en las economías mixtas hubo aspectos de este segundo enfoque: quizá

el más evidente fue el Servicio Nacional de Salud británico (NHS por sus siglas en inglés). Creado en 1948 y todavía de uso gratuito, continúa siendo el sistema de salud financiado con fondos públicos más grande del mundo.

Aunque a sus críticos les gusta pintar al NHS como anticuado y pasado de moda, incapaz de estar al día con las demandas de un mundo que cambia a gran velocidad, en realidad sucede todo lo contrario. A pesar de contar con una financiación insuficiente, aparece siempre en los rankings de los mejores sistemas de salud de los países ricos y destaca especialmente por su eficiencia. Mientras Estados Unidos gasta aproximadamente un 17 % de su PIB en sanidad, unos 9892 dólares por persona, Gran Bretaña solo gasta 4192. Y aun así, es Gran Bretaña la que proporciona cobertura sanitaria universal y la que está mejor posicionada en variables clave, como la mortalidad infantil, la mortalidad durante el parto o la esperanza de vida.

A medida que se desarrollen las cinco crisis —desde el envejecimiento de la sociedad al cambio climático o el desempleo tecnológico— la cuestión no será que ya no podremos permitirnos sistemas como el NHS, como se empeñan en afirmar muchos políticos actuales. Más bien, lo que necesitaremos es rechazar modelos menos eficientes que no son universales o de uso gratuito. Además de ser la forma más ética de distribuir la abundancia que hará posible la Tercera Disrupción, las cinco crisis requerirán también universalidad desde el punto de vista de la eficiencia.

Lejos de tener un interés marginal, los SBU han ido adquiriendo un lugar cada vez más central en las conversaciones actuales sobre la provisión de servicios públicos. Esto ha sido muy evidente en un informe de 2016 titulado *Social Prosperity for the Future*, publicado por el Institute for Global Prosperity del University College de Londres. Aunque el informe no establece sus

propuestas de forma explícita en el contexto de la Tercera Disrupción, las sitúa dentro de un conjunto de desafíos comparable al de estas crisis, y señala seis servicios públicos —además de la sanidad— que deben ser reconstituidos para parecerse más al NHS y al modelo de sanidad británico. Estos servicios son educación, sistema democrático y legal, vivienda, comida, transporte e información.

El informe afirma con vehemencia que los SBU no son únicamente la respuesta a unas crisis que han aparecido de forma relativamente reciente, sino también los medios para que los ciudadanos puedan disfrutar de vidas más completas y acceder a los recursos necesarios para ser quienes quieran ser. Así, vemos también un deseo más amplio de mitigar la falta de libertad, la dependencia de fuerzas económicas que escapan a nuestro control pero que determinan el curso de la vida de casi todos nosotros.

De los siete servicios descritos en el informe, no todos son necesarios en la transición al comunismo de lujo totalmente automatizado, al menos no inicialmente. De hecho, además del proteccionismo municipal y la economía controlada por los trabajadores, solo necesitamos establecer cinco de ellos: vivienda, transporte, educación, salud e información. Como SBU, el objetivo es que se conviertan en servicios públicos gratuitos y accesibles para todos: no en mercancías que puedan intercambiarse en el mercado y de las que se pueda obtener beneficios, sino en recursos básicos sobre los que construir la vida. Esto no significa que vaya a prohibirse, por ejemplo, la propiedad privada de la vivienda, sino que el Estado va a garantizar las necesidades individuales de vivienda si se necesita. El mercado y el mecanismo de precios van a continuar, pero van a ser cada vez más escasos en las áreas de la economía clasificadas como servicios básicos universales. Con la energía, el trabajo y los recursos tendiendo,

como la energía, a ser gratuitos, la historia y la oferta ilimitada van a estar del lado de los SBU.

Una consecuencia será que los SBU se van a ir difundiendo poco a poco. En el transporte podría ser similar a que el Freedom Pass, que permite viajar gratis en los autobuses locales a los mayores de sesenta, se extendiese a todo el mundo. Esto es bastante razonable: como ya hemos visto, el transporte se encuentra en la intersección de una posescasez en la energía y la mano de obra, ya que habrá una oferta ilimitada de energía renovables y de conducción autónoma, lo que significará una caída precipitada de los precios del transporte público. Esto debería ir en beneficio de los usuarios, los ciudadanos y los trabajadores, no de los inversores. La expansión progresiva del transporte público gratuito como SBU es la mejor manera de asegurar precisamente eso.

De forma similar, el aumento de las tecnologías de muy bajo coste en lo relativo a la secuenciación de genes, la terapia genética y la edición del genoma significará que en unas pocas décadas la sanidad pública se va a abaratar año tras año. Pero esto irá en beneficio colectivo solo si rechazamos la idea de que la edición del genoma es similar a la creación de medicamentos y que deben estar sujetos a patentes y motivados por las ganancias económicas. Por el contrario, los beneficios de que la salud se convierta en una tecnología de la información deben ser socializados a medida que eliminamos enfermedades hereditarias como el párkinson, la enfermedad de Huntington o la anemia de células falciformes, igual que hicimos con la viruela en el siglo XX.

Además, por muy impresionantes y extraordinarios que parezcan estos avances, serían solo el primer paso, ya que la aparición de una secuenciación del genoma prácticamente gratuita —que nos permitiría eliminar la mortalidad infantil y localizar los cánceres en etapa cero— haría que la medicina pasase de reactiva a

preventiva. De nuevo, en lugar de apuntalar los beneficios de las empresas privadas mientras estas ponen en la calle a millones de trabajadores del sistema sanitario, esto debería significar sanidad gratis y universal para todos. La alternativa, que supondría permitir el racionamiento del mercado en condiciones de abundancia y en cuestiones que son literalmente de vida o muerte, es una salvajada.

Estas mismas tendencias se pueden ver en la vivienda, la educación y la información, entendida aquí como la producción de los medios y la conectividad a internet. En unas décadas, pagar un viaje en autobús, una conexión a internet, un grado universitario o alquilar una casa no tienen por qué ser un problema. Pagar por estos servicios podría ser tan contraintuitivo como sería hoy que nos facturasen por tener una cuenta de correo electrónico o por consultar un dato en la Wikipedia. ¿Y por qué no? Después de todo, los recursos, la energía, la salud, el trabajo y los alimentos, igual que la información, tienden a la gratuidad. Esta tendencia fundamental es la que respalda por qué la expansión constante en la provisión de SBU, unida a la oferta ilimitada, debería ser una demanda central de las políticas del siglo XXI.

De forma paralela al cambio hacia el proteccionismo municipal, la implementación de los SBU podría hacer que el Estado tuviese un rol mucho mayor, aunque, dada la oferta ilimitada, quizás no tanto como podríamos pensar. El Estado será crucial en la contratación de cooperativas locales para construir viviendas, hospitales y colegios, así como para llevar a cabo servicios de mantenimiento, limpieza, cáterings y apoyo. En el modelo neoliberal esta es la zona cero de la economía de la subcontratación, con trabajadores sujetos a bajadas constantes de salario y empeoramiento de las condiciones de trabajo mientras los usuarios sufren servicios cada vez más deteriorados. Aunque

la automatización eliminará todo el trabajo posible, los empleos que se mantengan —sobre todo debido a la paradoja de Moravec— serán llevados a cabo cada vez más por cooperativas de trabajadores, lo que transformará completamente la forma en que nos relacionamos con la sociedad, con el trabajo y los unos con los otros.

Es importante señalar que los USB deben presentarse como una ampliación de los derechos, como una actualización de los textos constitucionales que aparecieron junto a la Segunda Disrupción en lugares como Córcega, Estados Unidos, Francia y Haití. Los derechos legales y políticos seguirán siendo de la máxima importancia, pero se reconocerá cada vez más que estos significan poco si no van acompañados del acceso a recursos económicos y sociales. Finalmente, nos habremos dado cuenta de que los fines liberales de realización personal y libertad individual significan poco sin los medios socialistas. La tecnología de la Tercera Disrupción, combinada con las políticas del CLTA, los ponen por fin al alcance.

Descarbonización

Si bien el envejecimiento de la sociedad puede ser el problema más importante en el próximo medio siglo, el cambio climático es sin duda el mayor reto al que se enfrenta la humanidad. Aunque su escala es tan grande precisamente porque se desarrollará durante varias generaciones —y por tanto de forma imprevisible—, es la generación actual la que debe tomar medidas decisivas.

Sin embargo, más que una simple intervención para determinar la capacidad de sostener la vida que tendrá el planeta en el futuro, las políticas de transición energética deben también articular el objetivo de proporcionar energía ilimitada tanto a los ricos como

a los pobres de todo el mundo. Esa es la recompensa que ofrece la energía solar y eólica, además de salvar el planeta, y debe ponerse sobre la mesa al exigir una transición energética junto a los SBU. El cambio hacia la energía renovable no solo mitiga los efectos de unos sistemas climáticos cada vez más caóticos, sino que también proporciona una mayor prosperidad para todos.

Pero, aunque las oportunidades son enormes y las posibilidades de integrar la ecología y el desarrollo económico son cada vez más claras, hay poco tiempo para actuar. La realidad es que tenemos que haber descarbonizado la economía mundial a mediados de siglo si queremos tener alguna oportunidad de impedir que las temperaturas suban más de dos grados.

La demanda, por tanto, es tan audaz como sencilla. El norte global debe reducir sus emisiones de dióxido de carbono en una tasa de un 8 % anual durante la década que seguirá al 2020. Después, en 2030, el sur global debe emprender ese mismo viaje con esa misma tasa. Si se consigue, tendremos una transición energética completa y global en el año 2040. Por supuesto, es más fácil decirlo que hacerlo: una transición completa a energías renovables en algo menos de dos décadas sería el mayor logro colectivo de la historia de la humanidad. Pero la realidad es que no tenemos alternativa. Afortunadamente, la tecnología que tenemos en la actualidad lo hace posible. Lo que falta, al menos por ahora, es la voluntad política.

De hecho, no necesitamos inventar nuevas formas de producir y almacenar energías renovables. Lo que debemos hacer es acelerar el desarrollo de las que ya están disponibles. Como analizamos en el capítulo cinco, con las tendencias actuales los combustibles fósiles quedarán cada vez más obsoletos en las próximas décadas. El reto, por tanto, está en acelerar este cambio mientras nos aseguramos de que el sur global no se queda atrás, como

sucedió con la industrialización de principios del siglo XIX. Poner el énfasis en los países en desarrollo servirá para acelerar la descarbonización, especialmente si tenemos en cuenta que el incremento de la demanda entre la actualidad y el año 2035 se va a producir en el sur global. Además, la transición a las renovables no tiene que ver solo con el desarrollo de energías verdes, que ya están avanzando (aunque no lo suficientemente rápido), sino con asegurarnos de que están en manos de la gente. Debido a su naturaleza modular y dispersa, esta revolución debe producir una democratización de la energía tanto como un aumento de la sostenibilidad.

Igual que sucede con las empresas y las cooperativas propiedad de los trabajadores en el nivel municipal, el mecanismo para avanzar en este campo es una financiación controlada socialmente. En el norte global, donde comenzará la descarbonización masiva, esto será mucho más fácil de gestionar, ya que muchos países ya han alcanzado su techo en términos de población y de gasto energético per cápita. Además, suelen tener instituciones estatales sólidas y una capacidad importante de generar energía renovable.

La economía controlada por los trabajadores estará financiada por instituciones con base local y restricciones geográficas. Sin embargo, debido al corto plazo de tiempo con que contamos, la financiación de la transición energética será responsabilidad de Bancos Nacionales de Inversión Energética (BNIE) que operarán a través de centros regionales y que se capitalizarán con cientos de miles de millones de libras.

Además de financiar la producción y el almacenaje de energía renovable para edificios públicos, viviendas y lugares de trabajo, con esta nueva infraestructura de propiedad democrática en el nivel local, estos bancos también darán créditos a las cooperativas

energéticas locales. Estas medidas irán acompañadas de la financiación de programas de eficiencia energética cuyo objetivo será hacer innecesarios los sistemas convencionales de calefacción y extender el uso de los sistemas inteligentes y la iluminación LED. Sabemos cómo reducir el consumo de energía en calefacción —el principal gasto en las zonas más frías de Europa, Rusia y Norteamérica— desde hace décadas, el problema ha sido que las soluciones basadas en el mercado no han conseguido materializarlo. Si tenemos eso en cuenta, la tasa de cambio puede exceder fácilmente el objetivo del 8 % anual en los países más fríos, especialmente cuando sabemos que se podría reducir a la mitad el consumo de energía simplemente con una conservación inteligente del calor.

En el 2030, los países más ricos del mundo habrían experimentado una caída de sus emisiones de CO2 a prácticamente cero, y sus ciudadanos más pobres ya no estarían sujetos al flagelo de la pobreza energética y al aumento de muertes en invierno. Además, esto sería solo el principio, porque las tecnologías que hacen todo esto posible serían —a diferencia de los combustibles fósiles— cada vez más baratas.

Para el sur global la solución será más compleja. Mientras que la tarea de los países ricos es acelerar un conjunto de tendencias que ya son observables, para los países con un PIB más bajo los cambios sustanciales en la globalización realmente existente van a ser claves. Esto implica que la tarea es algo más complicada aquí, ya que necesita una respuesta multilateral coordinada. Pero, como se ha señalado, el sur global es el que más beneficios obtiene de la abundancia energética. Más que simplemente alcanzar a los ricos, muchos de estos países —debido a su buena suerte geográfica— tienen el mayor potencial de la tierra para la energía solar. Aunque la transición de los combustibles fósiles va

a significar en última instancia una energía cada vez más barata para todo el mundo independientemente de dónde viva, es casi igual de importante el hecho de que los países históricamente subdesarrollados van a disfrutar de una ventaja comparativa.

Pensemos en Arabia Saudí. Aunque es un país próspero debido a su riqueza petrolera, tiene un enorme potencial para la energía solar, igual que otros países de Oriente Medio, gran parte de África y el sur de Asia. Si bien no debería sorprendernos que esté cada vez más involucrado en la tecnología solar, la escala del trato que negoció en 2008 —construir 200 teravatios de capacidad de energía solar por todo el país para 2030— fue un shock. Para ponerlo en contexto, es cuatro veces el pico de gasto energético de todo el Reino Unido, que tiene el doble de población. Aunque Arabia Saudí cuenta con los fondos para construir una infraestructura que no tiene precedentes históricos —cuando se acabe, será el mayor desarrollo de energía solar de la historia— esta es precisamente la escala y la ambición que necesitamos para que el mundo deje atrás los combustibles fósiles en 2040.

Sin embargo, dado que la mayor parte del sur global carece de este tipo de recursos, confiar en los petrodólares para lograr la transición resulta inadecuado. Igual que en los países ricos, se puede lograr mediante la creación de Bancos Nacionales de Inversión Energética y mediante la realización de reformas profundas en el Banco Mundial, una organización que, actualmente, es la principal responsable de proporcionar créditos a los países más pobres para llevar a cabo los planes de desarrollo. Compuesto actualmente de dos instituciones —el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y la Asociación Internacional de Fomento (AIF)— su objetivo declarado es la reducción de la pobreza mundial mediante la promoción de la inversión extranjera y el comercio internacional. Pero aunque su propósito es

loable, no hay duda de que está fallando. Esto se debe a que su forma de entender el desarrollo está basada en el compromiso ideológico con el libre comercio y con una visión del mundo que, en el contexto de la Tercera Disrupción, tiene cada vez menos sentido.

A medida que nuestras tecnologías se acercan a la oferta ilimitada, esa fidelidad a una visión fundamentalista del mercado solo va a servir para afianzar la pobreza en lugar de para eliminarla. Si no reconoce el problema, el capitalismo global va a subdesarrollar estas regiones todavía más, lo que implica que los lugares que deberían ser los motores energéticos del futuro van a continuar siendo incapaces de garantizar siquiera el acceso a la electricidad a sus ciudadanos.

Es por ello que, dadas las necesidades de abandonar los combustibles fósiles del sur global, y unido a que podría significar una transición exitosa tanto para el desarrollo económico como para el cambio climático, se debería añadir un tercer organismo al Banco Mundial. Este podría llamarse Banco Internacional para la Prosperidad Energética y su misión sería ayudar a crear BNIEs en los países más pobres que se financiarían con un nuevo impuesto planetario. El objetivo de este impuesto, que tendría una extensión global, sería simple: canalizar recursos de los países ricos —que son abrumadoramente responsables del cambio climático— a los más pobres, que son los que sufren de forma desproporcionada sus consecuencias más negativas.

Los ingresos de este impuesto se recaudarían de la imposición de una tasa de 25 dólares por cada tonelada de CO2 emitida en los países con un PIB elevado. Además de ayudar a financiar la transición energética en el sur global, esto crearía también un incentivo para que los países más ricos se descarbonizasen en la década posterior a 2020, por no mencionar que estimularía el

mercado de las tecnologías dedicadas a la captura de carbono. Haciendo una proyección razonable, solo con esto se podrían recaudar 250 000 millones de dólares en un año, una suma nada insignificante. Si la medida no consigue recaudar esa cantidad, que sería un éxito desde la perspectiva de la descarbonización, el resto lo pagarían los países en función de su PIB per cápita.

Además de financiar los BNIE en algunos de los países más pobres del mundo, cuyo papel sería el mismo que sus equivalentes en el norte global, el impuesto planetario también pagaría la transferencia de tecnología y la investigación y el desarrollo de soluciones energéticas modulares capaces de adaptarse a contextos en los que hay pocas infraestructuras y bajos ingresos. El objetivo sería crear una forma de energía análoga a lo que sucedió con el teléfono móvil a principios del siglo XXI. La extensión de una fuente de energía abundante en países de bajos ingresos no se parecerá en nada a las infraestructuras nacionales del siglo pasado. Si los paneles solares domésticos se extienden tan rápidamente como lo han hecho los teléfonos móviles desde el año 2000, abismos que parecen infranqueables entre ricos y pobres en lo que se refiere a electricidad, agua potable y calidad de vida se superarán en un periodo de tiempo extraordinariamente corto. Se produciría así una revolución energética de características asiáticas y africanas.

Si se lograse una descarbonización completa en 2040, dado que los Estados soberanos no solo habrían financiado la difusión sino también la propiedad democrática de la infraestructura de energías renovables, el logro iría más allá de evitar un cambio climático descontrolado, por importante que eso sea. También significaría que los países que históricamente han sido más pobres a lo largo de la línea del ecuador poseerían una buena parte de la energía más abundante y barata del planeta. Esto, unido al

desarrollo de los SBU, serviría como base para lograr avances similares en sanidad, educación y vivienda, lo que permitiría un desarrollo inédito y ayudaría a romper las cadenas de dependencia económica que han caracterizado siglos de explotación y saqueo. En un contexto en el que recientemente se ha empezado a exigir la reparación de las injusticias históricas producidas por la trata de esclavos en el Atlántico que llevaron a cabo los imperios europeos, el impuesto mundial transformaría la idea en una exigencia concreta. Los países más ricos deben pagar por la energía renovable de los más pobres.

11
Transformar el Estado capitalista

En resumen, lo mide todo, excepto lo que
hace que la vida valga la pena.

Robert Kennedy

Dinero a cambio de nada

Aunque existe una larga tradición, sobre todo en el siglo XX, de que el Estado garantice la provisión de ciertos bienes, la idea de la Renta Básica Universal (RBU) es la que parece haber despertado una mayor curiosidad en los últimos años. La razón no es difícil de entender. Muchos están convencidos de su capacidad para hacer frente a diferentes aspectos de las cinco crisis, y especialmente a «la conjunción del crecimiento de la desigualdad, una nueva oleada de automatización y una conciencia más aguda de los límites ecológicos del crecimiento».

La motivación que está detrás de la RBU es tan sencilla como la de los Servicios Básicos Universales, excepto que en lugar de

hacer que ciertos servicios sean gratuitos para todo el mundo, se le da a cada ciudadano una determinada cantidad de dinero en intervalos regulares. Es, simplemente, un salario sin trabajar.

Para aquellos que defienden el potencial radical y disruptivo de la RBU, esta separación entre el trabajo y el salario representa un desafío para el capitalismo mismo, ya que socava su función central de disciplinamiento de los trabajadores, que tienen que vender su trabajo para vivir. Como mínimo, afirman sus defensores, serviría para fortalecer la posición del trabajo frente al capital —de forma similar a como lo hicieron los sindicatos en los siglos XIX y XX—, ofreciendo una solución socialdemócrata inmediata en un contexto de automatización y desempleo tecnológico.

Es posible que todo esto sea verdad. Lo cierto es que no lo sabemos porque nunca se ha probado la RBU a una escala lo suficientemente grande. De lo que sí podemos estar seguros, sin embargo, es de que sus efectos dependerán del contexto político general en el que se introduzca. Bajo un gobierno progresista o socialista, la RBU puede ser una herramienta potente para empoderar a la gente y darle la capacidad de exigir salarios más altos. Pero, por otro lado, se puede convertir fácilmente en un medio para completar la plena mercantilización del Estado de bienestar, en una rendición al neoliberalismo en lugar de una alternativa a él. Su rango de posibilidades va de una herramienta potencialmente liberadora a un thatcherismo ciclado, lo que explicaría por qué dos de los pensadores más importantes de la historia del neoliberalismo, Milton Friedman y F.A. Hayek, se pueden contar entre sus entusiastas.

Sin embargo, una crítica más inmediata a la RBU y que es más fácil de anticipar es que costaría mucho dinero para lo poco que conseguiría. En 2016, el think tank británico Compass hizo un modelo de RBU en el que se daban 284 libras (308 euros) al mes

a todos los adultos en edad de trabajar y un pequeño pago para los demás. Esto no reemplazaría los programas sociales existentes, sino que se sumaría a ellos, y añadiría 170 000 millones de libras al gasto público anual, lo que equivale al 6,5 % del PIB del país y a más de lo que se le da actualmente al sistema de salud.

Sin embargo, a pesar de esta enorme inversión, los rendimientos que proyecta el modelo resultan bastante decepcionantes. Compass predice que, incluso con una inversión tan extraordinaria, la pobreza infantil solo cae del 16 al 9 % y la de los pensionistas se mantiene igual, en el 14 %. Como dijo Luke Martinelli, «la RBU que nos podemos permitir es insuficiente y la que sería suficiente no nos la podemos permitir». Dadas las sumas de dinero que se manejan, deberían adoptarse en su lugar medidas mucho más progresistas.

Por ello, es preferible un programa de SBU que garantice el derecho universal a recursos concretos como la vivienda y la sanidad y que sea políticamente más sólido que el salario, además de más fácilmente integrable en un populismo de lujo. Los SBU también tienen un sentido más intuitivo para el público en general ya que recuerda a las nacionalizaciones, cuyo regreso también es cada vez más popular. Compara esto con la RBU, una medida cuyas consecuencias son inciertas para todos los involucrados, salvo por el hecho de que sería, con mucho, el mayor gasto público individual.

Además, la preferencia de los SBU sobre la RBU tiene mucho sentido en el contexto de la Tercera Disrupción y del giro hacia la oferta ilimitada. A medida que el precio de todo se acerca a cero, se pondrá en peligro la idea de producir para intercambiar en el mercado y obtener beneficios, lo que significa que el mecanismo de precios es una forma cada vez más ineficiente de asignar recursos. Los SBU, además, empiezan a poner en marcha

el comunismo en el presente, articulando los recursos necesarios para una vida decente —desde la vivienda a la sanidad— como derechos humanos en lugar de como fuentes potenciales de ganancias. Las personas necesitadas no son libres, y los SBU acaban de forma definitiva con esa necesidad.

Los bancos centrales como planificadores centrales

Hay una mentira clave en el centro de los sistemas de mercado modernos. Se nos dice que la vieja economía soviética estaba sometida a una planificación centralizada y que la infame agencia Gosplan era el corazón de la vida económica de la URSS. Por el contrario, las economías capitalistas modernas son «libres», están compuestas de actores que participan de forma autónoma en el intercambio del mercado para maximizar sus intereses y así, afortunadamente, también promueven el bienestar general.

Pero esto no es cierto. La planificación centralizada es una característica fundamental en las economías de mercado, desde Walmart a Amazon. Sin embargo, los organismos que más hacen esto son los bancos centrales, cuyas decisiones —a pesar de que afirman que son imparciales y tecnocráticas— se basan en prioridades políticas relacionadas con la inflación, el empleo y el precio de los activos financieros. Los bancos privados hacen algo similar a una escala más pequeña al decidir qué proyectos van a recibir una parte de los recursos de la sociedad y haciendo caer «el peso del mercado» sobre aquellos que pierden dinero.

La afirmación de que los bancos centrales son independientes, promovida durante el apogeo del realismo capitalista en los años 2000, es tan estúpida como la idea del fin de la historia. Implica

que los actores fundamentales de las economías capitalistas modernas, que toman decisiones concretas que privilegian a unos grupos a costa de otros, se consideran a sí mismo neutrales, guiados por el «sentido común» en lugar de por la ideología.

Más allá de resaltar el hecho de que las decisiones de los bancos centrales son profundamente políticas, el objetivo de los partidarios del CLTA debería ser defender abiertamente una banca política. En lugar de unirnos a los gritos de «acabar con la Reserva Federal», una frase que se escucha con creciente regularidad en la derecha libertaria, la respuesta debe ser la contraria: exigir que la planificación intencionada y consciente que se encuentra en el corazón del capitalismo moderno sea redirigida hacia fines socialmente útiles en lugar de socialmente destructivos. El hecho de que el Banco de Inglaterra y la Reserva Federal compartan numerosas características con el Gosplan soviético debe ser la base de las esperanzas políticas en lugar de lamentarnos porque obstaculizan el mito de un mercado «verdaderamente» libre. Eso nunca ha existido ni puede existir.

Entonces, ¿qué podemos hacer con los bancos centrales a principios del siglo XXI? Igual que con la introducción del proteccionismo municipal, los SBU y el cambio hacia una infraestructura energética poscarbón, los cambios van a ser decisivos pero graduales. Sin embargo, lo que sí debe acabar de inmediato son las políticas monetaristas que han privilegiado la baja inflación a costa de todo lo demás. Este pilar central del neoliberalismo —vendido como parte de un conjunto de políticas más amplio durante los años de Reagan y Thatcher— fue considerado necesario para hacer frente a los problemas de inflación que asediaban cada vez con más fuerza las economías del norte global desde principios de los años setenta. Debido a ello, dijeron los ideólogos, el crecimiento económico sostenible solo era posible con una inflación

baja y controlada, y los bancos centrales tenían que jugar un papel de liderazgo en la nueva ortodoxia. Sin embargo, como ya hemos visto, el crecimiento del PIB ha caído década tras década desde entonces. Se ha hecho cada vez más difícil argumentar que el propósito de mantener la inflación baja no es el de beneficiar a los tenedores de activos y a los acreedores respecto a los que tienen deudas. En resumen, el monetarismo y la ideología de la baja inflación es solo una parte de un sistema amañado que sirve al capital especulativo y a los ricos a expensas de todos los demás.

Debido a ello, en la transición al CLTA el papel de los bancos centrales debe cambiar: el énfasis dejará de estar en mantener la inflación baja —ahora mismo el Banco de Inglaterra tiene un objetivo del 2 %— para centrarse en el aumento de los salarios y la productividad y en mantener el coste de la vivienda a un precio asequible. Esto formará parte de un programa más amplio que politice a los bancos centrales como planificadores centrales y democratice a estas instituciones supuestamente «neutrales».

En lo que se refiere a la forma en que los bancos centrales podrían controlar los precios de las propiedades, que constituyen una importante fuente de valor y ganancias en las economías financiarizadas actuales, un artículo publicado por el think tank IPRR en julio de 2018 resulta bastante instructivo. Sostiene que las medidas necesarias son relativamente sencillas, ya que el Comité de Política Financiera del Banco es el mejor situado para establecer el objetivo de un incremento de cero en la inflación del precio de la vivienda, de forma similar a lo que hace el Comité de Política Monetaria con la inflación de los precios de bienes de consumo. Con este objetivo, el Banco de Inglaterra podría mantener la inflación del precio de la vivienda a cero mientras se garantiza que sea un servicio básico universal mediante un plan de construcción masiva de viviendas por los gobiernos locales

y centrales. El informe describe cómo se podría conseguir ese objetivo mediante la puesta en marcha de medidas macroprudenciales como los requerimientos del capital, los coeficientes de préstamo a valor y los ratios de deuda-ingresos al tiempo que se restringen las compras desde el extranjero de propiedad residencial en el Reino Unido. Esto, unido a la construcción de millones de viviendas nuevas, haría que los precios de las viviendas cayeran en el transcurso de una generación.

En lo que se refiere a la productividad, se daría a los bancos centrales objetivos similares, algo que recientemente ha defendido el Partido Laborista británico. Esto incentivaría la financiación de la economía productiva en lugar de la especulativa e incrementaría los salarios junto con la ratio entre capital fijo y variable. Lograr una automatización que sirva a las necesidades de la gente debe ser el centro de las políticas tanto monetarias como fiscales.

Contener la economía especulativa

Además de financiar la economía del mañana —ya sea a nivel nacional con los bancos centrales enfocados en indicadores importantes más allá de la inflación, o a nivel local con los bancos regionales financiando negocios en manos de los trabajadores—, sigue siendo una tarea fundamental reducir el tamaño y el poder de la economía financiera especulativa. En muchos países, especialmente en Gran Bretaña y Estados Unidos, limitar los precios de la vivienda sería un paso importante para lograrlo. Y, al no poner el énfasis en la reducción de la inflación, los acreedores ya no disfrutarían del sesgo estructural que tienen actualmente.

Sin embargo, también está claro que se necesitan protocolos adicionales en la gestión de los flujos de capital. Un impuesto a las transacciones financieras que grave el comercio de divisas

sería un medio obvio de control del capital. Este impuesto se aplicaría mediante dos tipos variables: el más bajo, que puede ser de un 0,005 %, gravaría las transacciones cotidianas con el fin de frenar la volatilidad, y habría otro más alto para los casos de ataques especulativos o grandes salidas de capital, algo probable a medida que haya más países que den la espalda al neoliberalismo. Los bancos centrales serían nuevamente los que determinarían las condiciones necesarias para implementar la tasa más alta, que sería similar a un «impuesto extraordinario» sobre las ganancias obtenidas de ataques especulativos. No obstante, independientemente de eso, sería una herramienta crucial para luchar contra los intereses financieros globales, cuya principal arma es la facilidad del capital para cruzar fronteras.

Pero esto no es todo, porque la pieza final para lograr que la estructura financiera cambie y transite hacia el CLTA es la más importante. Tiene que ver con socializar de forma progresiva los mercados financieros y de capitales.

Un mercado de capitales socializado

A medida que se acercaba el final de la URSS y del bloque del este a finales de los años ochenta, los intelectuales disidentes estaban cada vez más ansiosos por extraer lecciones de un sistema que, a pesar de sus buenas intenciones, en ese momento no estaba logrando un aumento del nivel de vida similar al de Occidente. Włodzimierz Brus y Kazimierz Łaski, economistas socialistas y seguidores del distinguido keynesiano marxista Michał Kalecki, fueron dos de esos pensadores. En *From Marx to the Market*, publicado en Inglaterra en 1989, evaluaron las perspectivas de las economías socialistas una vez que desapareciese el proyecto soviético. Ambos habían sido influyentes defensores de las

reformas democráticas durante décadas, lo que les había llevado a abandonar Polonia en 1962 en el caso de Laski y en 1972 en el de Brus.

From Marx to the Market ofrece una revisión ampliada de los argumentos defendidos por Brus en el libro de 1961 *The General Problems of the Functioning of the Socialist Economy*. En ese ensayo, fuertemente influenciado por el pensamiento de Kalecki, sostenía que tanto la democracia como los mecanismos de mercado eran necesarios para la transición al socialismo.

Brus y Laski ampliaron esta idea en 1989 defendiendo que, bajo el socialismo de mercado, las empresas de propiedad pública tendrían que ser autónomas —igual que lo son en gran medida en los sistemas capitalistas— y que eso requeriría la socialización del mercado de capitales. En los países en los que había un régimen socialista en aquel momento esto resultaba tan herético en 1989 como lo había sido a principios de los sesenta, ya que contradecía el control de arriba abajo y de escala nacional de la industria que dominaba el panorama económico no solo de la URSS sino también de otros países como Cuba y Corea del Norte.

En lugar de elogiar a los mastodontes industriales nacionales como modelos de eficiencia económica, los autores defendían un tipo de socialismo completamente diferente: «El papel del Estado como propietario debe estar separado del papel del Estado como una autoridad a cargo de la administración [...]. [Las empresas] tienen que separarse no solo de la función más amplia del Estado sino también unas de otras». Para sus críticos, esto era preocupantemente similar al capitalismo y a la producción mercantil.

Sin embargo, así es como funcionarían las cooperativas y las empresas propiedad de los trabajadores que se pondrían en marcha bajo el proteccionismo municipal descrito en el

capítulo anterior. Con la introducción de los SBU y una intervención histórica para descarbonizar la economía, este tipo de empresas podrían convertirse rápidamente en la columna vertebral de las economías del norte y el sur globales. Pero el control obrero necesitará la socialización de la financiación, con créditos que favorezcan explícitamente a las empresas y cooperativas cuyos objetivos vayan más allá del mero beneficio. Por ello, deben crearse bancos nacionales de inversión —además de bancos municipales y NEIB— cuya función sea ampliar la oferta ilimitada, apoyar los SBU y paliar las cinco crisis.

El fin del PIB

Es posible que Peter Drucker sea el principal pensador del funcionamiento de la información en la economía moderna, pero reflexionó más como un teórico de la gestión que como un economista o un historiador. Su obsesión con la gestión fue lo que inspiró su frase más famosa: «si no puedes medirlo, no puedes gestionarlo», la cita favorita de los ejecutivos durante décadas y en la actualidad la tarjeta de visita de la gestión basada en datos.

Esto es tan cierto en las políticas públicas como en cualquier otro ámbito. Si bien es fundamental describir las medidas necesarias para romper con el neoliberalismo y empezar a girar hacia el CLTA, esto significa poco si no creamos también nuevos indicadores para medir el éxito. Si continuamos midiendo cosas que significan poco para la lucha contra las cinco crisis y seguimos sin conseguir reflejar la esencia del valor a medida que la información se hace cada vez más importante, cualquier mérito que pueda tener la reforma del banco central o los SBU será insuficiente para conseguir el CLTA. En pocas palabras, necesitamos indicadores para medir el éxito que sean apropiados para la Tercera

Disrupción, en lugar de para la Segunda. En última instancia, eso significa dejar atrás el PIB.

Hoy en día, el PIB es el principal medidor de la actividad económica. Cuando aumenta, decimos que la economía está creciendo; cuando retrocede, que nos encontramos ante una recesión. Este indicador expresa el valor de todas las transacciones económicas que se han producido en un determinado periodo de tiempo, generalmente un año. Es decir, todos los bienes y servicios que se producen, venden y compran.

Dada su centralidad en cualquier discusión sobre qué tipo de modelo económico es preferible, es fácil suponer que la idea del PIB es tan antigua como el propio capitalismo, que fue creada quizá por pensadores como Adam Smith o David Ricardo. Sin embargo, en realidad es un concepto relativamente reciente desarrollado por el economista Simon Kuznets en la década de los treinta, en respuesta a la Gran Depresión. Resulta que el imperativo central de las sociedades modernas —el mantra de que el crecimiento económico debe ser perseguido como un fin en sí mismo— comenzó su reinado absoluto un siglo y medio después de que empezase la Segunda Disrupción.

Quizás es aún más sorprendente el hecho de que el escepticismo respecto al PIB es casi tan antiguo como él. En 1968, Robert Kennedy dijo que el PIB «lo mide todo, excepto lo que hace que la vida valga la pena». El propio Kuznets advirtió de que «el bienestar de una nación difícilmente puede inferirse de un parámetro que mide la renta nacional». Incluso para su inventor, el PIB siempre tuvo limitaciones para entender los determinantes generales del verdadero éxito de una sociedad.

Pero además de esas valoraciones emitidas hace tiempo sobre la utilización entusiasta del PIB, a finales de los ochenta apareció otra crítica. Ahora, dijeron algunos, ni siquiera es capaz ya de

medir el crecimiento económico de forma adecuada. La expresión más conocida de esta crítica la hizo el economista Robert Solow cuando afirmó en 1987 que «se puede ver la era de la informática en todas partes menos en las estadísticas de productividad». Esta conclusión fue una respuesta a la «paradoja de la productividad» que tanto preocupaba a los economistas en ese momento, y que tenía que ver con cómo la inversión en tecnología de la información en los ochenta tuvo un impacto aparentemente insignificante en los indicadores de productividad, que de hecho retrocedieron a lo largo de la década.

Pero ¿y si lo que sucede no es que las tecnologías digitales hayan fallado en su intento de aumentar la productividad sino que los cambios que produjeron fueron tan importantes que se necesita una nueva forma de medir el éxito? ¿Y si estamos al comienzo de un cambio económico tan profundo que, a medida que se desarrolle la Tercera Disrupción, el PIB será cada vez más incapaz de recoger todo el valor que se está creando?

Yo diría que eso ya está sucediendo. La oferta ilimitada está creando deflación en muchos sectores, y la Tercera Disrupción está haciendo desaparecer franjas enteras del PIB. A medida que el coste marginal de producir bienes y servicios se acerca a cero en más y más sectores, se producen más transacciones gratuitas fuera del mercado. Incluso cuando el mercado es capaz de responder y de mantener ciertos productos dentro del mecanismo de precios —como sucedió con el modelo de alquiler de Spotify en respuesta al intercambio de archivos digitales— la oferta ilimitada todavía implica una circulación neta limitada. Hoy en día pocos pagarían quince libras por un álbum de música, algo que hace dos décadas todo el mundo en el norte global daba por sentado. Esto explica por qué, veinte años después de que comenzase la digitalización de la industria musical, el valor de mercado conti-

núa siendo bastante pequeño, incluso a pesar del aumento de la popularidad de servicios de streaming como Spotify o Tidal. En 1999, la industria de la música generó unos beneficios de 14 600 millones de dólares en Estados Unidos, una cifra que había caído a los 7 560 millones en 2016, y eso no se tiene en cuenta para calcular la inflación.

Según la forma convencional de entender el PIB, esas cifras deberían indicar un desastre y mostrarían que hay menos personas que escuchan a sus músicos favoritos que antes. Sin embargo, lo que sucede es lo contrario. La oferta ilimitada de bienes de información —de los cuales la música es un ejemplo paradigmático— implica que hay más personas escuchando música y que escuchan más música que antes, pero todo ello no aparece en las cifras que consideramos más importantes.

Otro ejemplo que va más allá de los supuestos establecidos en la economía de mercado es la Wikipedia. Gratuita para sus usuarios y coproducida casi en su totalidad por un equipo de voluntarios, es superior a cualquier otra enciclopedia jamás creada. De hecho, el éxito de Wikipedia hizo que en 2012 su famosa rival, la Enciclopedia Británica, pasase a formato online después de haber sido impresa durante 244 años. Mientras sus ejemplares impresos se vendían a 1 400 dólares, el acceso al servicio online solo costaba 17 al mes, y aun así no podía esperar competir. Aunque algunos se burlan de que la Wikipedia sea un buen recurso, pregúntate cuánto la has usado, y a continuación cuánto valor le darías. Te garantizo que es mucho más que cero. El hecho de que el 99 % de los artículos se encuentren entre los diez primeros en las búsquedas de Google habla por sí solo.

Estas dos tendencias —precios deflacionarios en la economía de mercado y producción de bienes gratuitos fuera de ella— finalmente harán que el PIB sea irrelevante como medio para medir la

calidad de vida de las personas, especialmente cuando el Estado poscapitalista acelere esas tendencias. Esto, unido a la puesta en marcha de los SBU, implica que el PIB tendrá cada vez menos utilidad como indicador para medir cualquier cosa, incluso con lo limitado que ya estaba. Además, no será capaz de medir lo que más importa en el contexto de las cinco crisis, como el CO2 atmosférico, la salud y la esperanza de vida de los ancianos, la degradación medioambiental, el acceso a aire no contaminado y agua potable, la salud mental o el trabajo emocional y socialmente satisfactorio.

Por ello, el estado poscapitalista debería avanzar hacia el desarrollo de un «índice de abundancia» que tuviese en cuenta todo esto y que además fuese capaz de integrar el modelo económico emergente, en el que cada vez va a haber menos cosas que se paguen con dinero. Inicialmente, este índice integraría las emisiones de CO2, la eficiencia energética, la caída del coste de la energía, los recursos y el trabajo, el grado de extensión de los SBU, el tiempo libre (entendido como el tiempo que no se dedica a trabajo remunerado), la salud y la esperanza de vida y la felicidad autopercibida. Este indicador, que indudablemente tendría que adaptarse a una variedad de regiones y diferencias culturales, permitiría evaluar el desempeño de las economías poscapitalistas en la transición al CLTA. Serviría como sistema de puntuación del progreso social y evaluaría el éxito en la tarea de que la Tercera Disrupción sirva al bien común.

De igual forma que tuvieron que pasar varias generaciones para que la Segunda Disrupción encontrara un indicador de progreso con el PIB, la Tercera Disrupción se enfrenta a un desafío similar. Lo que sabemos con certeza es que un modelo ya emergente —con menos intercambio de dinero y un viraje hacia el alqui-

ler— crea demasiada abundancia como para que los indicadores actuales sean capaces de medirlo adecuadamente. Esto solo se intensificará a medida que pase el tiempo.

Los servicios básicos universales van a ser fundamentales en la transición al CLTA y cada vez va a resultar más fácil proporcionarlos. Pero el indicador del éxito no puede ser el volumen de transacciones medidas a través del sistema de precios. Hacer eso significaría utilizar una definición de progreso que pertenece a un mundo que ya está desapareciendo.

12
CLTA: un nuevo comienzo

El socialismo no es el último y más perfecto
producto de la evolución ni la etapa final de la historia,
sino en cierto sentido solo el comienzo.

Isaac Deutscher

La relación entre tecnología y política es complicada. Melvin Kranzberg lo expresó mejor en sus «Seis leyes de la tecnología» cuando expuso la primera de ellas: «La tecnología no es buena ni mala, pero tampoco es neutral». En otras palabras: la forma en que se crea y utiliza la tecnología y a quién beneficia depende del contexto político, ético y social en el que surge. Parafraseando a Marx, la tecnología hace su propia historia, pero no bajo las circunstancias que sus creadores eligen.

Quizás es a esto a lo que se refiere Kranzberg con su sexta ley: «Toda la historia es relevante, pero la historia de la tecnología es la más importante». Es posible que la tecnología no determine la historia, pero puede alterarla y darle forma como ninguna otra

cosa. El cambio tecnológico de la Primera Disrupción encarna esa ley. La agricultura, la domesticación de animales y la comprensión práctica de la herencia genética fue lo que dio forma a las ciudades, la cultura y la escritura, que en sí mismas fueron las bases para formas de organización social crecientemente complejas.

Esto no quiere decir que la tecnología determine todos los cambios. De hecho, se puede argumentar que las tecnologías de la Segunda Disrupción —especialmente la máquina de vapor de Watt—, fueron simplemente el elemento final en una transición al capitalismo más amplia. En este caso, la innovación industrial vino después del surgimiento de los Estados centralizados, de una clase de «trabajadores sin tierra» y de ciertas ideas sobre la propiedad privada e intelectual. Así, podemos decir que, si bien las tecnologías pueden presagiar ciertos cambios en la historia, es muy probable que dependan de lo que sucedió antes.

La Tercera Disrupción parece expresar ambas tendencias. Tecnologías como la inteligencia artificial, las energías renovables y la edición del genoma no son disruptores externos del *statu quo*, sino que se han desarrollado junto a nuevas ideas sobre la naturaleza, la identidad y las formas de producción.

Tomemos como ejemplo el movimiento ecologista. Su forma de ver el mundo, desarrollada durante décadas de activismo, va a jugar un papel fundamental en la transición exitosa a una carne que no proceda de animales, que analizamos en el capítulo ocho. Aunque la carne sintética es imposible tecnológicamente hablando sin la digitalización, estos productos se crearon en respuesta a la demanda vegana y vegetariana, y sus creadores se preocupan por el impacto de la agricultura en el cambio climático y el bienestar animal.

Sucede lo mismo con las energías renovables. El movimiento ecologista también ha jugado un papel fundamental en la tarea de conseguir que el cambio climático sea una cuestión relevante para el público general. Aunque el fracaso político a nivel internacional es innegable, ya que los Estados nacionales no han logrado reducir suficientemente las emisiones de CO2 durante los últimos veinticinco años, eso no significa que el legado del movimiento sea una derrota. La creciente capacidad que tiene la energía solar y eólica de satisfacer nuestras necesidades energéticas es el resultado de una innovación tecnológica que no se habría materializado sin generaciones de activistas exigiendo el abandono de los combustibles fósiles. El aumento constante de las prohibiciones de hacer fracking en países, regiones y ciudades de todo el mundo es la última prueba de ello.

En otros sectores, el impulso de la automatización y la aplicación de la curva de experiencia son una consecuencia de la competencia, la lógica imperante en el capitalismo. Esto ha presagiado una incesante sustitución de mano de obra por capital fijo, al tiempo que se observa una bajada en los costes de producción de casi todo. Si bien podría decirse que los niveles de automatización se han frenado en las últimas décadas, debido sobre todo a que la presión a la baja de los salarios ha hecho que sustituir a los trabajadores no fuese rentable, es importante tener en cuenta el contexto en el que se desarrollarán las oleadas de automatización de las próximas décadas. Las contradicciones internas del capitalismo hacen inevitable una crisis caracterizada por el desempleo tecnológico, un infraconsumo irreversible y el inevitable aumento de la desigualdad.

Por tanto, la tecnología tiene una importancia fundamental, pero también las ideas, las relaciones sociales y las políticas que la acompañan. Por tanto, para entender cómo llegamos a la situación actual,

ya sean las IA o la carne sintética, debemos tener en cuenta tanto a los movimientos sociales —desde los movimientos indigenistas que luchan por la tierra hasta los grupos de defensa del bienestar animal— como a las dinámicas subyacentes de oferta ilimitada.

Pero además de permitirnos comprender un presente cada vez más complejo, entender el lugar que ocupa la relación entre tecnología e historia dentro de una constelación más amplia de actores nos permite trazar el rumbo hacia un futuro mejor. Nos ayuda a entender por qué algunas cosas suceden en un determinado momento y no en otro y por qué el comunismo ha sido imposible hasta ahora.

Futuros pospuestos

Algunos visionarios tienen tal capacidad de previsión que sus ideas no están en consonancia con la época en la que viven. John Wycliffe, un sacerdote del siglo XIV que supervisó la traducción de la Biblia latina al inglés, fue una de esas personas. El heterodoxo Wycliffe se opuso a algunos de los dogmas centrales de la Iglesia, incluyendo la veneración de los santos, el monacato e incluso el papado. Sin embargo, Wycliffe, cuya Biblia se difundió por Inglaterra un siglo antes del nacimiento de Lutero, sigue siendo una figura periférica en la historia de la Reforma.

La razón es la tecnología. Aunque la Biblia de Wycliffe tuvo una amplia distribución, no era un texto impreso en el sentido moderno del término, lo que significaba que nunca iba a poder encontrar un público tan amplio como los panfletos y libros vernáculos de un siglo después. Por tanto, que Lutero se convirtiese en una figura central de la Reforma fue más una consecuencia de la innovación tecnológica que del carisma personal o de haber

tenido unas ideas nuevas. A principios del siglo XVI, circulaban por Europa más de 200 millones de libros, lo que supuso una revolución en la información más radical incluso que la aparición de Internet.

Sin embargo, es absurdo afirmar que la tecnología, y en concreto la imprenta, causaron la Reforma, especialmente cuando sus ideas más importantes tienen una genealogía que se remonta a siglos atrás. Sin embargo, sí resultó decisiva para hacer que se desarrollaran ciertos hechos que antes parecían imposibles incluso para sus propios protagonistas. Cuando clavó sus 95 tesis en la puerta de una iglesia en Wittenberg el 31 de octubre de 1517, Lutero no tenía ni idea de lo que pasaría después.

En seis semanas aparecieron simultáneamente ediciones impresas en Leipzig, Núremberg y Basilea. Poco después llegaron las traducciones al alemán —el documento original estaba en latín—, lo que hizo que pudiesen ser leídas por una audiencia mucho más amplia. Friedrich Myconios, un amigo de Lutero, escribiría después «en apenas catorce días las tesis se conocían en toda Alemania y en apenas un mes en toda la cristiandad».

El primer panfleto que Lutero escribió en alemán, el *Sermón sobre la indulgencia y la gracia* fue reimpreso catorce veces solo en 1518. De los 6 000 panfletos publicados en Alemania entre 1520 y 1526, unos 1 700 fueron ediciones de obras de Lutero. En total, se publicaron unos dos millones de panfletos con sus textos en la década posterior a que clavase sus famosas tesis, que estaban en latín y escritas a mano, en la puerta de Wittenberg. En resumen, la tecnología hizo que lo que era imposible en la época de Wycliffe pareciese inevitable en la de Lutero.

En cierto sentido, Marx recuerda a Wycliffe. Como le sucedió al sacerdote inglés, las tecnologías necesarias para la adopción de sus ideas no existían en la época en la que vivió. Igual que era

imposible producir de forma masiva una Biblia en lengua vernácula en una época en la que no existían los tipos móviles, también lo era cualquier intento de comunismo dentro de los límites de la Segunda Disrupción. Dependientes de combustibles fósiles escasos, los niveles de vida de los más ricos iban a significar una catástrofe medioambiental y, bajo las condiciones de escasez del trabajo tanto físico como cognitivo, la búsqueda de tiempo libre para algunos dependía necesariamente de hacer que otros trabajaran más. Pero ahora todo esto está cambiando. De hecho, lleva un tiempo haciéndolo.

Pasó más de medio siglo entre la aparición de la imprenta moderna, cuya fecha se fija tradicionalmente en la publicación de la Biblia de Gutenberg en la década de los cincuenta del siglo XV, y el pistoletazo de salida de la Reforma con las 95 tesis de Lutero. Aunque la imprenta de Gutenberg fue profundamente disruptiva, solo condujo a una transformación social cuando se hizo tan corriente que un teólogo poco conocido logró que sus ideas fuesen impresas por gente con la que no tenía contacto y, en cuestión de meses, llegasen a una audiencia millonaria.

Esto mismo sucede ahora con las tecnologías más importantes de la Tercera Disrupción. Estas tecnologías están ocupando un lugar central después de haber experimentado un progreso continuo desde la década de los cincuenta, cuando se desarrollaron las células fotovoltaicas, se inventó el primer transistor de silicio y se modeló el ADN. A principios de los sesenta se empezó a experimentar por primera vez con las bombillas LED y en los setenta con las baterías de litio. Pero ahora es cuando estas innovaciones están produciendo una oferta ilimitada en la información, la mano de obra y los recursos. Al hacerlo, cuestionan dos supuestos básicos del capitalismo: que la escasez siempre va a existir y que no se producen bienes cuyo coste marginal sea cero.

Ambos están siendo cuestionados, y la economía convencional no puede explicarlo.

Ninguna de las tecnologías que están en el corazón de la Tercera Disrupción son nuevas. Más bien, lo que ha sucedido es que, como pasó a finales del siglo XV, se han ido moviendo silenciosamente de los márgenes de la vida social al centro, aprovechando los beneficios de la curva de experiencia y el crecimiento exponencial. Sin embargo, lo que suceda a continuación y la forma en que estas tecnologías se inserten en el tejido de la modernidad es nuestra responsabilidad. No necesariamente van a liberarnos o a mantener los ecosistemas del planeta, también pueden conducir a una desigualdad de ingresos cada vez mayor y a un colapso generalizado. La dirección que tomemos a continuación no va a ser producto de un algoritmo predictivo o de una startup mágica, va a ser resultado de la política. De decisiones colectivas que nos vinculen a todos.

CLTA ES UN COMIENZO, NO UN DESTINO.

Los cambios centrales de la Tercera Disrupción no son un destino, sino un comienzo. El CLTA no es el modelo para un edén estático, que además siempre resultan decepcionantes. Tampoco es un lugar sin tristeza ni dolor, en el que el conflicto y la vulnerabilidad son cosas del pasado. El orgullo, el egoísmo y la envidia existirán mientras haya humanos y la gestión de los desacuerdos, que es la esencia de la política, será una característica inevitable en cualquier sociedad. En cambio, el CLTA es un modelo de posibilidades para un mundo que cambia tan rápido que se necesitan utopías nuevas, porque las viejas ya no sirven.

Isaac Deutscher escribió que «el socialismo no es el último y más perfecto producto de la evolución ni la etapa final de la

historia, sino en cierto sentido solo el comienzo». Quizá esa sea la mejor forma de entender el CLTA. Se trata de un mapa para escapar del laberinto de la escasez y de una sociedad construida sobre el empleo, de una base desde la cual podemos empezar a responder a la pregunta más difícil de todas, que es, como dijo Keynes, cómo vivir «de una forma sabia, agradable y buena».

Por supuesto, para que un mapa sea eficaz debe instruir al usuario sobre los siguientes pasos que debe dar, que tendrían que ser tan claros como el destino previsto. Por ello, el CLTA disiente del idealismo o de una visión demasiado optimista de la naturaleza humana y ofrece en su lugar una acción inmediata. Aunque el CLTA se sitúa en el contexto de una transformación tan radical como fue la aparición de la agricultura, sus medidas son demandas concretas y fácilmente identificables: una ruptura con el neoliberalismo, un cambio hacia el control obrero de la producción, una transición a las energías renovables financiada por el Estado y unos servicios públicos universales entendidos como derechos humanos y situados fuera del mercado y de la obtención de beneficios.

El CLTA no es un manifiesto para poetas y soñadores. Más bien nace del reconocimiento de una verdad que cada vez es más obvia: en medio de los cambios de la Tercera Disrupción, el «hecho» de la escasez está dejando de ser una certeza inevitable y convirtiéndose en una imposición política.

Este no es un libro sobre el futuro, sino sobre un presente que todavía no conocemos. La descripción de un mundo inconmensurablemente mejor que el nuestro, más igualitario, próspero y creativo, está ya ahí si nos atrevemos a mirar. Pero el conocimiento por sí solo no es suficiente. Debemos tener también la valentía —porque eso es lo que necesitamos— de debatir, convencer y construir.

Hay un mundo que ganar.

BIBLIOGRAFÍA

Introducción

Doug

Amazon. «Introducing Amazon Go and the World»s Most Advanced Shopping Technology». *YouTube.com*, 5 de diciembre de 2016. [Disponible versión con subtítulos en castellano: «Presentando Amazon Go»].

Clifford, Catherine. «Mark Cuban: The World»s First Trillionaire Will Be an Artificial Intelligence Entrepreneur.» *CNBC*, 13 de marzo de 2017.

Golson, Jordan. «Tesla Built a Huge Solar Energy Plant on the Island of Kauai». *The Verge*, 8 de marzo de 2017.

Rosenblum, Andrew. «A Biohacker»s Plan to Upgrade Dalmatians Ends Up in the Doghouse». MIT Technology Review, 1 February 2017.

«Space Act Of 2015 Passes in the House (H.R. 2262)». *Planetary Resources*, 14 julio de 2015.

«Wisconsin Board Clears Way For $3 Billion Foxconn Deal». *Reuters*, 8 de noviembre de 2017.

Part I. El caos bajo el cielo

1. El Gran Desorden

Fukuyama, Francis. «The End of History». *National Interest*, 16 Verano de 1989. [«El fin de la historia», versión íntegra en castellano disponible en www.alianzaeditorial.es]

Realismo capitalista

Cox, Christoph, Molly Whalen y Alain Badiou. «On Evil: An Interview with Alain Badiou». *Cabinet*, Invierno de 2001-2.

Fisher, Mark. *Capitalist Realism: Is There No Alternative?* Zero Books, 2010. [*Realismo capitalista. ¿No hay alternativa?*. Traducción de Claudio Iglesias. La Caja Negra. Buenos Aires: 2018].

Menand, Louis. «Francis Fukuyama Postpones the End of History». *New Yorker*, 3 de septiembre de 2018.

El desencadenamiento de la crisis

«Depression Looms as Global Crisis». *BBC News*, 2 de septiembre de 2009.

Hertle, Hans—Hermann y Maria Nooke. *The Victims at the Berlin Wall 1961—1989: A Biographical Handbook*. Links Verlag, 2011.

«IOM Counts 3,771 Migrant Fatalities in Mediterranean in 2015». International Organization for Migration, 1 de mayo de 2016.

Jones, Owen. «Suicide and Silence: Why Depressed Men Are Dying for Somebody to Talk To». *Guardian*, 15 de agosto de 2014.

2008: La vuelta de la Historia

Allen, Katie and Larry Elliott. «UK Joins Greece At Bottom of Wage Growth League». *Guardian*, 27 de julio de 2016.

Bastani, Aaron. «Property Owning Democracy». *LRB Blog*, 2 de marzo de 2017.

Boyce, Lee and Press Association. «How 17m Adults Have Less Than £100 Saved for a Rainy Day». *ThisIsMoney.co.uk*, 29 de septiembre de 2016.

BUTLER, PATRICK. «Report Reveals Scale of Food Bank Use in the UK». *Guardian*, 29 de mayo de 2017.

——. «Record 60% Of Britons in Poverty Are in Working Families». *Guardian*, 22 de mayo de 2017.

EVANS, JUDITH. «Home Ownership in England Falls To 30—year Low». *Financial Times*, 2 de marzo de 2017.

GOPAL, PRASHANT. «Homeownership Rate in the U.S. Drops to Lowest Since 1965». *Bloomberg News*, 28 de julio de 2016.

MCGRATH, MAGGIE. «63% Of Americans Don»t Have Enough Savings to Cover A $500 Emergency». *Forbes*, 6 de enero de 2016.

NOACK, RICK. «Here »s How the Islamic State Compares with Real States». *Washington Post*, 12 Sde septiembre de 2014.

PELAUM, NADIA. «Trump: 43 million Americans on food stamps». *Politifact*, 21 de julio de 2016.

WARK, MCKENZIE. *The Beach Beneath the Street*. Verso Books, 2017.

Medir la inercia

ALLEN, KATIE. «Chinese Growth Slips to Slowest Pace For 26 Years». *Guardian*, 20 de enero de 2017.

BURGEN, STEPHEN. «Spain Youth Unemployment Reaches Record 56.1%». *Guardian*, 30 de agosto de 2013.

«Donald Trump»s Election Victory Speech: Read the Full Transcript». *Sky News*, 9 de noviembre de 2016.

«Greece Unemployment Hits a Record 25% in July». *BBC News*, 11 de octubre de 2012.

JACKSON, GAVIN AND SARAH O'CONNOR. «Lost Decade» For UK Workers as Productivity Falls Beneath 2007 Level». *Financial Times*, 5 de julio de 2017.

PECK, TOM. «Nigel Farage»s Triumphalist Brexit Speech Crossed the Borders of Decency». *Independent*, 24 de junio de 2016.

SAFI, MICHAEL. «India»s Slowing Growth Blamed on «Big Mistake» Of Demonetisation». *Guardian*, 1 de junio de 2017.

YORK, STEPHEN. «Greenspan Says Crisis Left Him in «Shocked Disbelief »». *Independent*, 24 de octubre de 2008.

2. Las tres disrupciones

Industria: la Segunda Disrupción

BRYNJOLFSSON, ERIK AND ANDREW MCAFEE. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton, 2014.

HOBSBAWM ERIC. *The Age of Revolution: Europe 1789-1848*. Abacus, 2014 [*La era de la revolución. 1789-1848*. Traducción de Felipe Jiménez de Sandoval. Crítica, 2011].

Los detractores del capitalismo

GAWENDA, ALEX AND ASHOK KUMAR. «Made In Post-China™». *Counterpunch*, 14 de junio de 2013.

HARVEY, DAVID. *A Companion to Marx's Capital*. Verso Books, 2012. [*Guía de* El capital *de Marx*. Traducción de Juan María López de Sa y madariaga, Akal, 2014].

MARX, KARL AND FRIEDRICH ENGELS. *The Communist Manifesto*. Penguin Books, 2015.[*El manifiesto comunista*, múltiples ediciones y traducciones al castellano].

Información sin límites: la Tercera Disrupción

CREW, BEC. «NASA Just Fast-Tracked Its Mission to Explore a $10,000 Quadrillion Metal Asteroid». *Sciencealert.com*, 25 de mayo de 2017.

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All.* Profile Books, 2016.

Convertirse en exponencial: de Ibn Khallikan a Kodak

BRYNJOLFSSON, ERIK AND ANDREW MCAFEE. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.* W.W. Norton, 2014.

CHACE, CALUM. *The Economic Singularity: Artificial Intelligence and the Death of Capitalism.* Three Cs Publishing, 2016.

MOORE, G.E. «Cramming More Components onto Integrated Circuits». *Proceedings of the IEEE*, 1998.

PICKOVER, CLIFFORD. *The Math Book: From Pythagoras to the 57th Dimension, 250 Milestones in the History of Mathematics.* Sterling, 2012.

¿Puede continuar la ley de Moore?

L.S. «The End of Moore»s Law». *Economist*, 19 de abril de 2015.

Más que procesadores

COUGHLIN, TOM. «Toshiba»s 3—D Magnetic Recording May Increase Hard Disk Drive Capacity», *Forbes*, 9 de julio de 2015.

KOMOROWSKI, MATT. «A History of Storage Cost». *Mkomo.com*, 9 de marzo de 2014.

SERVICE, ROBERT. «DNA Could Store All of the World»s Data in One Room». *Science*, 2 de marzo de 2017.

El poder de la experiencia

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All.* Profile Books, 2016.

«The Experience Curve». *Economist*, 14 de septiembre de 2009.

De la crisis a la utopía

LEVY, STEVEN. «Hackers at 30: «Hackers» and «Information Wants to Be Free»». *Wired*, 21 de noviembre de 2014.

MARX, KARL. *Grundrisse*. Penguin, 1993. [*Elementos fundamentales para una crítica a la economía política. Grundisse, 1857-1858*. Traducción de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scarón. Siglo XXI, 1998]

3. ¿Qué es el comunismo de lujo totalmente automatizado?

El futuro shock de 1858

CYERT, RICHARD M. AND DAVID C. MOWERY, EDS. *Technology and Employment: Innovation and Growth in the US Economy*. National Academy of Sciences, 1987.

MARX, KARL. Grundrisse. Penguin, 1993.[*Elementos fundamentales para una crítica a la economía política. Grundisse, 1857-1858*. Traducción de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scarón. Siglo XXI, 1998]

Comunismo: un mundo más allá de la escasez

MARX, KARL. *Capital: Volume 3*. Penguin Books, 1993.[*El capital. Volumen 3*. Traducción de Vicente Romnano García. Akal, 2000]

—— *Critique of the Gotha Programme*. Progress Publishers, 1960.[*Crítica al programa de Gotha*. Traducción de Ediciones en Lenguas Extranjeras, Pekín, 1979].

Poscapitalismo sin comunismo: John Mainard Keynes

ALLEN, KATIE AND LARRY ELLIOTT. «UK Joins Greece At Bottom of Wage Growth League». *Guardian*, 27 de julio de 2016.

Corlett, Adam, Stephen Clarke and Torsten Bell. «Public and Family Finances Squeezes Extended Well Into the 2020s By Grim Budget Forecasts». *Resolution Foundation*, 9 de marzo de 2017.

Keynes, John Maynard. Essays in Persuasion. Cambridge University Press, 2013 [Ensayos de persuasión. Traducción de Jordi Pascual, Crítica, 1988].

Taylor, Ciaren, Andrew Jowett and Michael Hardie. «An Examination of Falling Real Wages, 2010-2013». *Office for National Statistics*, 31 de enero de 2014.

Turchin, Peter. «The End of Prosperity: Why Did Real Wages Stop Growing in the 1970s?» *Evolution Institute*, 4 abril de 2013.

Poscapitalismo e información: Peter Drucker

Drucker, Peter. Post—Capitalist Society. Butterworth—Heinemann, 1998. [*La sociedad poscapitalista*. Traducción de María Isabel Merino Sánchez, Apóstrofe, 2013].

Marx, Karl. *A Contribution To the Critique of Political Economy*. Progress Publishers, 1977. [*Contribución a la crítica de la economía política*. Traducción de Jose Aricó, Miguel Murmis, Pedro Scaron, León Mames y Jorge Tula. Siglo XXI, 2005].

El taylorismo y la revolución de la productividad

Drucker, Peter. *Post-Capitalist Society*. Butterworth-Heinemann, 1998. [*La sociedad poscapitalista*. Traducción de María Isabel Merino Sánchez, Apóstrofe, 2013].

Marx, Karl. *Grundrisse*. Penguin, 1993. [*Elementos fundamentales para una crítica a la economía política. Grundisse, 1857-1858*. Traducción de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scarón. Siglo XXI, 1998].

La información quiere ser gratuita. En serio.

DeLong, J. Bradford and Lawrence Summers. «The «New Economy»: Background, Historical Perspective, Questions, and Speculations». *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Kansas City, 2001.

Romer, Paul. «Endogenous Technological Change». *Journal of Political Economy*, 1990.

II. NUEVOS VIAJEROS

4. Plena automatización: posescasez en el trabajo

Cuando el capital se convierte en trabajo

«Ford Factory Workers Get 40-Hour Week». *History.com*, 2009.

N. V. «Difference Engine: Luddite Legacy». *Economist*, 4 noviembre de 2011.

El pico del estiércol

Groom, Brian. «The Wisdom of Horse Manure». *Financial Times*, 2 de septiembre de 2013.

Pico de trabajadores

Bloodgate, Henry. «CEO of Apple Partner Foxconn: «Managing One Million Animals Gives Me A Headache»». *Business Insider*, 19 de enero de 2012.

Coco, Federica. «Most US Manufacturing Jobs Lost to Technology, Not Trade». *Financial Times*, 2 de diciembre de 2016.

Dasgupta, Skit and Ajith Singh. «Will Services Be the New Engine of Indian Economic Growth?» *Development and Change*, 2005.

«Industrial Metamorphosis». *Economist*, 29 de septiembre de 2005.

KILBY, EMILY R. «The Demographics of the US Equine Population». In *The State of the Animals*. Edited by D.J. Salem and A.N. Rowan. Humane Society Press, 2007. pp. 175-205.

MARKOFF, JOHN. «New Wave of Deft Robots Is Changing Global Industry». *New York Times*, 19 de agosto de 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *The Long-Term Impact of Technology on Employment and Unemployment*. National Academies Press, 1983.

PEREZ, BIEN. «Annual Robotics Spending in China to Reach US $59b by 2020». *South China Morning Post*, 4 de abril de 2017.

RIFKIN, JEREMY. «Return of a Conundrum». *Guardian*, 2 de marzo de 2004.

——. *The Zero Marginal Cost Society*. Palgrave Macmillan, 2014. [*La sociedad de coste marginal cero*. Traducción de Genís Sánchez Marcerán, Paidós, 2014].

TAYLOR, CIAREN, ANDREW JOWETT AND MICHAEL HARDIE. «An Examination of Falling Real Wages, 2010-2013». *Office for National Statistics*, 31 de enero de 2014.

WALLOP, HARRY. «Manufacturing Jobs to Fall to Lowest Level Since 1841». *Telegraph*, 6 de febrero de 2009.

ZOO, MANDY. «Rise of the Robots: 60,000 Workers Culled from Just One Factory as China»s Struggling Electronics Hub Turns to Artificial Intelligence». *South China Morning Post*, 21 de mayo de 2016.

El fin del trabajo masivo en la agricultura

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. «Employment in Industry (% of Total Employment) (Modelled ILO Estimate)». *World Bank*, noviembre de 2017.

«Labor Force — by Occupation». *CIA World Factbook*, 2009.

RISER, MAX. «Employment in Agriculture». Our World in Data, 2018. UN Food and Agriculture Organization (FAO). Statistics from 2018. fao.org/faostat/en/#data/countries_by_commodity/visualize

La era de los robots

CAMPBELL, MURRAY, A. JOSEPH HOANE JR. AND FENG-HSIUNG HSU. «Deep Blue». *Artificial Intelligence* 134: 1-2 (Enero de 2002).

JENNINGS, KEN. «My Puny Human Brain». *Slate*, 16 de febrero de 2011.

MORAVEC, HANS. *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*. Harvard University Press, 1988.

Las volteretas de Atlas

THOMSON, IAIN. «Atlas Unplugged! Darpa»s Unterminator Robot Cuts the Power Cable». *Register*, 23 de enero de 2015.

Vehículos autónomos

BALAKRISHNAN, ANITA. «Drivers Could Lose up to 25,000 Jobs per Month when Self-Driving Cars Hit, Goldman Sachs Says». *CNBC*, 22 de mayo de 2017.

BOMEY, NATHAN. «US Vehicle Deaths Topped 40,000 in 2017, National Safety Council Estimates». *USA Today*, 15 de febrero de 2018.

DARTER, MICHAEL. «DARPA»s Debacle in the Desert». *Popular Science*, 4 de junio de 2004.

DILLOW, CLAY. «Revealed: Google»s Car Fleet Has Been Driving around Unmanned for 140,000 Miles Already». *Popular Science*, 11 de octubre de 2010.

Ford, Martin. The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment. *Oneworld*, 2017.

Marshall, Aarian. «As Uber Flails, Its Self-driving Car Research Rolls On». *Wired*, 23 de junio de 2017.

Thrun, Sebastian. «What We»re Driving At». *Official Google Blog*, 9 de octubre de 2010.

El desempleo tecnológico ya está aquí

Ahmed, Kamal. «900,000 UK Retail Jobs Could Be Lost by 2025, Warns BRC». *BBC*, 29 de febrero de 2016.

Amazon. «Introducing Amazon Go and the World»s Most Advanced Shopping Technology». *YouTube.com*, 5 de diciembre 2016.[Disponible versión con subtítulos en castellano: «Presentando Amazon Go»]

Armstrong, Ashley. «Chinese Online Retailer JD Plans to Open Hundreds of Unmanned Shops, Ahead of Amazon». *Telegraph*, 14 de diciembre de 2017.

Chace, Calum. *The Economic Singularity: Artificial Intelligence and the Death of Capitalism*. Three Cs Publishing, 2016.

Clifford, Catherine. «Mark Cuban: The World»s First Trillionaire Will Be an Artificial Intelligence Entrepreneur.» *CNBC*, 13 de marzo de 2017.

Elliott, Larry. «Robots Threaten 15m UK Jobs, Says Bank of England's Chief Economist». *Guardian*, 12 de noviembre de 2015.

«Future Work/Technology 2050». *Millennium Project*, 1 de diciembre de 2014.

Nasiripour, Shahien. «White House Predicts Robots May Take Over Many Jobs That Pay $20 per Hour». *Huffington Post*, 24 de febrero de 2016.

STAFF, NICK. «Amazon»s Cashier-Free Go Stores May Only Need Six Human Employees», *The Verge*, 6 de febrero de 2017.

TAYLOR, CIAREN, ANDREW JOWETT AND MICHAEL HARDIE. «An Examination of Falling Real Wages, 2010 — 2013». Office for National Statistics, 31de enero de 2014.

THIBODEAU, PATRICK. «One in Three Jobs Will Be Taken by Software or Robots by 2025». *Computer World*. 6 de octubre de 2014.

THOMPSON, ALEXANDRA. ««Robot Surgery» Could Save Men from Prostate Cancer». *Daily Mail*, 24 de noviembre de 2017.

TURNER, NICK, SELINA WANG AND SPENCER SOPER. «Amazon to Acquire Whole Foods for $13.7 Billion». *Bloomberg*, 16 de junio de 2017.

WILLIAMS-GRUT, OSCAR. «Mark Carney: «Every Technological Revolution Mercilessly Destroys Jobs Well Before the New Ones Emerge»». *Business Insider*, 6 de diciembre de 2016.

La automatización realmente existente

MARR, BERNARD. «First FDA Approval for Clinical Cloud-Based Deep Learning in Healthcare». *Forbes*, 20 de enero de 2017.

CROFT, JANE. «More than 100,000 Legal Roles to Become Automated». *Financial Times*, 15 de marzo de 2016.

SNOW, JACKIE. «A New Algorithm Can Spot Pneumonia Better than a Radiologist». *MIT Technology Review*, 16 de noviembre de 2017.

El futuro del trabajo

BRYNJOLFSSON, ERIK AND ANDREW MCAFEE. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton, 2014.

5. Potencia ilimitada: posescasez en la energía

Energía y disrupción

MALM, ANDREAS. *Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. Verso Books, 2016.

La llegada del Antropoceno

LYNCH, PATRICK. «Secrets from the Past Point to Rapid Climate Change in the Future». *NASA*, 14 de diciembre de 2011.

¿Podemos sobrevivir a la catástrofe climática?

KLEIN, NAOMI. *This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate*. Penguin Books, 2015.[*Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima*. Traducción de Albino Santos Mosquera. Paidós, 2015].

LYNAS, MARK. Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet. Fourth Estate, 2007. [*Seis grados. El futuro en un planeta más cálido*. Traducción de Martín Bragado Arias, Librooks, 2017].

La energía quiere ser gratuita

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All*, Profile Books, 2016.

WATTS, JONATHAN. «We Have 12 Years to Limit Climate Change Catastrophe, Warns UN». *Guardian*, 8 de octubre de 2018.

La energía solar: ilimitada, limpia, gratuita

DIAMANDIS, PETER AND STEVEN KOTLER. *Abundance: The Future Is Better than You Think*. Free Press, 2014. [*Abundancia. El futuro es mejor de lo que piensas*. Traducción de Ricardo Artola Menéndez. Antoni Bosch, 2013].

Una revolución silenciosa

«Electricity Generation Mix by Quarter and Fuel Source (GB)». *UK Office of Gas and Electricity Markets*, octubre de 2018.

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All*, Profile Books, 2016.

HANLEY, STEVE. «New PPA in Arizona Locks in Lowest Solar Prices in US as Demise of Navajo Station Looms». *Clean Technica*, 11 de junio de 2018.

MCGREEVY, RONAN. «Scotland «on Target» for 100% Renewable Energy by 2020». *Irish Times*, 4 de noviembre de 2017.

«Onshore Wind Power Now as Affordable as Any Other Source, Solar to Halve by 2020». *IRENA*, 13 de enero de 2018.

VAUGHAN, ADAM. «Time to Shine: Solar Power Is Fastest-growing Source of New Energy». *Guardian*, 4 de octubre de 2017.

Corriendo hacia el futuro

ASTHANA, ANUSHKA AND MATTHEW TAYLOR. «Britain to Ban Sale of All Diesel and Petrol Cars and Vans from 2040». *Guardian*, 25 de julio de 2017.

DORRIER, JASON. «Solar Is Now the Cheapest Energy There Is in the Sunniest Parts of the World». *Singularity Hub*, 18 de mayo de 2017.

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All*, Profile Books, 2016.

PENN, IVAN. «Cheaper Battery Is Unveiled as a Step to a Carbon-Free Grid». *New York Times*, 26 de septiembre de 2018.

La energía solar y el sur global

CHAO, REBECCA. «Libya Uses World»s First Mobile Voter Registration System for Parliament Elections». *Tech President*, 25 de junio de 2014.

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All*, Profile Books, 2016.

MCKIBBEN, BILL. «The Race to Solar-Power Africa». *New Yorker*, 26 de junio de 2017.

POUSHTER, JACOB. «Cell Phones in Africa: Communication Lifeline ». *Pew Global Research*, 15 de abril de 2015.

«Reducing Risks, Promoting Healthy Life». World Health Organization, 2002.

T.S. «Why Does Kenya Lead the World in Mobile Money?» *Economist*, 2 de marzo de 2015.

TRICARICO, DANIELE. «Case Study: Vodafone Turkey Farmers» Club». *GSM Association*, de junio de 2015.

VAUGHAN, ADAM. «Time to Shine: Solar Power Is Fastest-growing Source of New Energy». *Guardian*, 4 de octubre de 2017.

El viento

DAVIES, ROB. «Wind Turbines «Could Supply Most of UK»s Electricity»». *Guardian*, 8 de noviembre de 2016.

«The Guardian View of Offshore Wind: Cheaper and Greener». *Guardian*, 13 de septiembre de 2017.

HARRABIN, ROGER. «Offshore Wind Power Cheaper than New Nuclear». *BBC News*, 11 de septiembre de 2017.

RIFKIN, JEREMY. *The Zero Marginal Cost Society*. Palgrave Macmillan, 2014. [*La sociedad de coste marginal cero*. Traducción de Genís Sánchez Marcerán, Paidós, 2014].

TAMBLYN, THOMAS. «Amazingly, Wind Farms Provided Double the Energy Needed to Power All of Scotland in October». *Huffington Post*, 7 de noviembre de 2017.

VAUGHAN, ADAM. «Nuclear Plans Should Be Rethought after Fall in Offshore Windfarm Costs». *Guardian*, 11 de septiembre de 2017.

—— «UK Wind Power Overtakes Coal for First Time». *Guardian*, 6 de enero de 2017.

Mantenernos calientes

«Dramatic Jump in Excess Winter Deaths». *Age UK*, 22 de noviembre de 2017.

GOODALL, CHRIS. *The Switch: How Solar, Storage and New Tech Means Cheap Power for All*. Profile Books, 2016.

HUCK, NICHOLE. « «Passive Home» Movement a Success in Germany, but Not in Saskatchewan Where It Started». *CBC News*, 5 de agosto de 2015.

Las soluciones al cambio climático están aquí

RIFKIN, JEREMY. «Capitalism Is Making Way for the Age of Free ». *Guardian*, 31 de marzo de 2014.

6. Minería en el cielo: posescasez en los recursos

Un mundo finito

AHMED, NAFEEZ. «Exhaustion of Cheap Mineral Resources Is Terra-forming Earth — Scientific Report». *Guardian*, 4 de junio de 2014.

WITHNALL, ADAM. «Britain Has Only 100 Harvests Left in Its Farm Soil as Scientists Warn of Growing «Agricultural Crisis»». *Independent*, 20 de octubre de 2014.

Minería de asteorides

Ludacer, Rob and Jessica Orwig. «SpaceX Is about to Launch Its Monster Mars Rocket for the First Time — Here's How It Stacks Up Against Other Rockets». *Business Insider*, 4 de enero de 2018.

SpaceX. «SpaceX Interplanetary Transport System». YouTube.com, 27 de septiembre de 2016.

El nacimiento de la industria espacial

End, Rae Botsford. «Rocket Lab: The Electron, the Rutherford, and Why Peter Beck Started It in the First Place». *Spaceflight Insider*, 2 de mayo de 2015.

Spacevidcast. «SpaceX Reaches Orbit with Falcon 1 — Flight 4 (Full Video Including Elon Musk Statement)». *Youtube.com*, 28 de septiembre de 2008.

SpaceX. «Orbcomm-2 Full Launch Webcast». *YouTube.com*, 21 de diciembre de 2015.

Vance, Ashlee. Elon Musk: How the Billionaire CEO of SpaceX and Tesla Is Shaping Our Future. *Virgin Digital*, 2015.

Caída de los costes, aumento de las ambiciones

«Apollo Program Budget Appropriations». *NASA*.

Dorrier, Jason. «Risk Takers Are Back in the Space Race — and That's a Good Thing». *Singularity Hub*, 17 de agosto de 2017.

Erwin, Sandra. «Rocket Startup Sees Big Future in Military Launch». *Space News*, 1 de julio de 2018.

Gush, Loren. «Rocket Lab Will Launch Its Small Experimental Rocket Again this December». *The Verge*, 29 de noviembre de 2017.

KNAPP, ALEX. «Rocket Lab Becomes a Space Unicorn with a $75 Million Funding Round». *Forbes*, 21 de marzo de 2017.

LO, BERNIE AND NYSHKA CHANDRAN. «Rocket Lab Nears Completion of World»s First Private Orbital Launch Site in New Zealand». *CNBC*, 28 de agosto de 2016.

«Rocket Lab Reveals First Battery-Powered Rocket for Commercial Launches to Space». *Rocket Lab USA*, 31 de mayo de 2015.

PIELKE, ROGER, JR. AND RADFORD BYERLY, JR. «The Space Shuttle Program: Performance versus Promise». *Space Policy Alternatives*, Westview Press, 1992.

VANCE, ASHLEE. «These Giant Printers Are Meant to Make Rockets». *Bloomberg News*, 18 de octubre de 2017.

Moon Express

«The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination». *NASA*, 31 de mayo de 2007.

GRUSH, LOREN. «To Mine the Moon, Private Company Moon Express Plans to Build a Fleet of Robotic Landers». *The Verge*, 12 de julio de 2017.

MoonExpress.com

El patrimonio común de toda la humanidad

COOKSON, CLIVE. «Luxembourg Launches Plan to Mine Asteroids for Minerals». *Financial Times*, 2 de febrero de 2016.

DORRIER, JASON. «Risk Takers Are Back in the Space Race — and That's a Good Thing». *Singularity Hub*, 17 de agosto de 2017.

FERNHOLZ, TIM. «Space Is not a «Global Commons,» Top Trump Space Official Says». *Quartz*, 19 de diciembre de 2017.

HENNIGAN, W.J. «MoonEx Aims to Scour Moon for Rare Materials». *Los Angeles Times*, 8 de abril de 2011.

MARX, KARL. «Chapter 44: Differential Rent Also on the Worst Cultivated Soil». *Marxists.org*.

ORPHANIDES, K.G. «American Companies Could Soon Mine Asteroids for Profit». *Wired*, 12 de noviembre de 2015.

«Outer Space Treaty». *US Department of State*.

«Reopening the American Frontier: Exploring How the Outer Space Treaty Will Impact American Commerce and Settlement in Space». *US Senate Committee on Commerce, Science and Transportation*, 23 de mayo de 2017.

Más allá de los límites de la Tierra

CHAMBERLIN, ALAN B. «All known Near Earth Asteroids (NEA), Cumulative Discoveries over Time ». NASA Jet Propulsion Laboratory, 15 de enero de 2013. *Deepspaceindustries.com*

EDWARDS, JIM. «Goldman Sachs: Space-Mining for Platinum Is «More Realistic Than Perceived»». *Business Insider*, 6 de abril de 2017.

HERRIDGE, LINDA. «OSIRIS-REx Prepared for Mapping, Sampling Mission to Asteroid Bennu». *NASA*, 6 de agosto de 2017.

LEWIS, JOHN. *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets*. Basic Books, 1997.

MALIK, TARIQ. «Asteroid Dust Successfully Returned by Japanese Space Probe». *Space.com*, 16 de noviembre de 2010.

MÜLLER, T.G. ET AL. «Hayabusa-2 Mission Target Asteroid 162173 Ryugu (1999 JU3): Searching for the Object's Spin-Axis Orientation». *Astronomy & Astrophysics*, marzo de 2017.

Planetaryresources.com

WALL, MIKE. «Asteroid Mining May Be a Reality by 2025». *Space.com*, 11 de agosto de 2015.

YONGLIAO, ZOU. «China»s Deep-Space Exploration to 2030». *Chinese Journal of Space Science*, 2014.

La lucha por el espacio

BROPHY, JOHN ET AL. «Asteroid Retrieval Feasibility Study». *Keck Institute for Space Studies*, abril de 2012.

EDWARDS, JIM. «Goldman Sachs: Space-Mining for Platinum Is «More Realistic Than Perceived»». *Business Insider*, 6 de abril de 2017.

Abundancia más allá del valor

«1974 NASA Authorization Hearings. Ninety-third Congress, First Session, on H.R. 4567 (superseded by H.R. 7528)». US Government Printing Office, 1973.

DORRIER, JASON. «Risk Takers Are Back in the Space Race — and That's a Good Thing». *Singularity Hub*, 17 de agosto de 2017.

EISENHOWER, DWIGHT D. «Address Before the 15th General Assembly of the United Nations, New York City». The American Presidency Project.

«Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty». Atlantic Treaty Secretariat, 4 de octubre de 1991.

SCOTTI, MONIQUE. «NASA Plans Mission to a Metal-rich Asteroid Worth Quadrillions». *Global News*, 12 de enero de 2017.

7. Modificar el destino: edad y posescasez en la salud

Una especie que envejece

«Are You Ready? What You Need to Know About Ageing». World Health Organization, 2012.

«Demographics and Markets: The Effects of Ageing». *Financial Times*, 25 de octubre de 2016.

LAWRENCE, MATTHEW. «Future Proof: Britain in the 2020s». Institute for Public Policy Research, diciembre de 2016.

MRSNIK, MARKO. «Global Aging 2013: Rising To The Challenge ». Standard & Poor»s, 20 de marzo de 2013.

—— «Global Aging 2016: 58 Shades of Gray». Standard & Poor»s, 28 de abril de 2016.

«People and Possibilities in a World of 7 Billion.» United Nations Population Fund, 2011.

POMERANZ, KENNETH. *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*. Princeton University Press, 2000.

PRENTICE, THOMSON. «Health, History and Hard Choices: Funding Dilemmas in a Fast—Changing World». World Health Organization, agosto de 2006.

«World Population Projected to Reach 9.6 Billion by 2050». *UN News*, 13 de junio de 2013.

Envejecimiento en Gran Bretaña

«Dementia Now Leading Cause of Death». *BBC News*, 14 de noviembre de 2016.

GALLAGHER, JAMES. «Dementia Cases «Set to Treble Worldwide» by 2050». *BBC News*, 5 de diciembre de 2013.

LAIN, DOUGLAS. *Advancing Conversations: Aubrey De Grey — Advocate for An Indefinite Human Lifespan*. Zero Books, 2016.

MARCUS, MARY BROPHY. «The Top 10 Leading Causes of Death in the US». *CBS News*, 30 June 2016.

La información (genética) quiere ser gratuita

«An Overview of the Human Genome Project». National Human Genome Research Institute, noviembre de 2012.

Buhr, Sarah. «Illumina Wants to Sequence Your Whole Genome for $100». *Tech Crunch*, 10 de enero de 2017.

Nowogrodzki, Anna. «Should Babies Have Their Genomes Sequenced?» *MIT Technology Review*. 2 de julio de 2015.

Pennisi, Elizabeth. «Biologists Propose to Sequence the DNA of All Life on Earth». *Science*, 24 de febrero de 2017.

Sieh, W. «The Role of Genome Sequencing in Personalized Breast Cancer Prevention». Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention, noviembre de 2014.

Singularity University Summits. «The Biotechnology Century | Raymond McCauley | Singularity University Global Summit». YouTube.com, 21 abril de 2017.

Venter, Craig. *A Life Decoded: My Genome, My Life*. Viking, 2007.

Yong, Ed. «Fighting Ebola With a Palm-Sized DNA Sequencer». *The Atlantic*, 16 de septiembre de 2015.

Oferta ilimitada en la atención sanitaria: terapias genéticas

Beall, Abigail. «Genetically-modified Humans: What Is CRISPR and How Does It Work?» *Wired*, 5 de febrero de 2017.

«CRISPR Reverses Huntington»s Disease in Mice». *Genetic Engineering and Biotechnology News*, 20 de junio de 2017.

«CRISPR Timeline». Broad Institute. Cyranoski, David. «CRISPR Gene Editing Tested in a Person». *Nature*, 24 de noviembre de 2016. pp. 479.

Molteni, Megan. «Everything You Need to Know About Crispr Gene Editing». *Wired*, 5 de diciembre de 2017.

Regalado, Antonio. «First Gene-Edited Dogs Reported in China». *MIT Technology Review*, 19 de octubre de 2015.

Rosenblum, Andrew. «A Biohacker»s Plan to Upgrade Dalmatians Ends Up in the Doghouse». *MIT Technology Review*, 1 de febrero de 2017.

Singularity University Summits. «The Biotechnology Century | Raymond McCauley | Singularity University Global Summit». YouTube.com, 21 de abril de 2017.

Stapleton, Andrew. «Scientists Have Used CRISPR to Slow The Spread of Cancer Cells». *Science Alert*, 1 de junio de 2017.

Yu, Alan. «How a Gene Editing Tool Went from Labs to a MiddleSchool Classroom». *NPR*, 27 de mayo de 2017.

Bienvenidos a Elysium

«Alan Kurdi | 100 Photographs | The Most Influential Images of All Time». *Time*.

de Selding, Peter B. «SpaceX»s Reusable Falcon 9: What Are the Real Cost Savings for Customers?» *Space News*, 25 de abril de 2016.

8. Comida sin animales: posescasez en la alimentación

Alimentación, excedente y disrupciones

Pearce, Fred. «The Sterile Banana». *Conservation*, 26 de septiembre de 2008.

Zohary, Daniel, Maria Hopf and Ehud Weiss. *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin.* Oxford University Press, 2012.

Un mundo que llega a sus límites

ARSENAULT, CHRIS. «Only 60 Years of Farming Left If Soil Degradation Continues». *Scientific American*, 5 de diciembre de 2014.

BROWN, LESTER. *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*. W.W. Norton, 2009.

CARRINGTON, DAMIAN. «Earth»s Sixth Mass Extinction Event Under Way, Scientists Warn». *Guardian*, 10 de julio de 2017.

HOWARD, EMMA. «Humans Have Already Used Up 2015»s Supply of Earth»s Resources — Analysis». *Guardian*, 12 de agosto de 2015.

JEVONS, WILLIAM. *The Coal Question*. 1865.[*El problema del carbón*. Traducción de José María Lozano, Pirámida, 2000]

LYNAS, MARK. *Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet*. Fourth Estate, 2007.[*Seis grados. El futuro en un planeta más cálido*. Traducción de Martín Bragado Arias, Librooks, 2017].

MALTHUS, THOMAS. *An Essay on the Principle of Population*. 1798. [*Ensayo sobre el principio de la población*. Traducción de José María Noguera y Joaquín Miguel, Fondo de Cultura Económica, 1998].

MYERS, RANSOM A. AND BORIS WORM. «Rapid Worldwide Depletion of Predatory Fish Communities». *Nature*, 15 de mayo de 2003.

NELSON, GERALD C. ET AL. *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options*. International Food Policy Research Institute, 2010.

«World Must Sustainably Produce 70 Percent More Food by MidCentury — UN Report». *UN News*, 3 December 2013.

Food as Information: The Green Revolution «Agricultural Land (% of Land Area)». World Bank, 28 de septiembre de 2017.

CHAMBERS, IAN AND JOHN HUMBLE. *Plan for the Planet: A Business Plan for a Sustainable World*. Gower, 2012.

De Datta, S.K. et al. «Effect of Plant Type and Nitrogen Level on the Growth Characteristics and Grain Yield of Indica Rice in the Tropics». *Agronomy Journal*, 1968.

Ehrlich, Paul, *The Population Bomb*. Sierra Club/Ballantine Books, 1968. [*La explosión demográfica*. Traducción de Camila Batlle, Planeta, 1994].

«Prevalence of Undernourishment (% of Population)». World Bank, 28 de septiembre de 2017.

Swaminathan, M.S. «Obituary: Norman E. Borlaug (1914-2009) Plant Scientist Who Transformed Global Food Production». *Nature*, 2009. pp. 461.

Completar la Revolución Verde

Easterbrook, Gregg. «Forgotten Benefactor of Humanity». *Atlantic*, enero de 1997.

Carne sintética sin animales

Caughill, Patrick. «The Future of Protein: Here»s How Lab—Grown Meat Is Transforming Our Future». *Futurism*, 19 de enero de 2017.

Cow Weight FAQ. Pro B Farms. http://www.probfarms.com/ layout_ images/fs-cowweight.pdf.

Gold, Mark. *The Global Benefits of Eating Less Meat. Compassion in World Farming* Trust, 2004.

«Rearing Cattle Produces More Greenhouse Gases than Driving Cars, UN Report Warns». *UN News*, 29 de noviembre de 2006.

Reijnders, Lucas and Sam Soret. «Quantification of the Environmental Impact Of Different Dietary Protein Choices». *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1 septiembre de 2003. pp. 664S-668S.

VIDAL, JOHN. «10 Ways Vegetarianism Can Help Save the Planet». *Guardian*, 18 de julio de 2010.

«Water». Global Agriculture.

«WHO World Water Day Report». World Health Organization, 2001.

World Agriculture: Towards 2015/2030. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003.

La hamburguesa de los 350.000 dólares

CARD, JON. «Lab-Grown Food: «The Goal Is to Remove the Animal from Meat Production»». *Guardian*, 24 de julio de 2017.

CEURSTEMONT, SANDRINE. «Make Your Own Meat with Open-Source Cells — No Animals Necessary». *New Scientist*, 11 de enero 2017.

COYNE, ANDY. «Just Planning to Launch Lab-Grown Chicken Product this Year». Just-Food, 18 de octubre 2018.

HEID, MARKHAM. «You Asked: Should I Be Nervous About Lab-Grown Meat?» *Time*, 14 de septiembre de 2016.

«Indian-American Scientist Has Discovered a Way for Us to Eat Meat without Killing Animals». *Huffington Post India*, 14 de marzo de 2016.

JHA, ALOK. «First Lab—Grown Hamburger Gets Full Marks for «Mouth Feel»». *Guardian*, 6 de agosto de 2013.

«Lab—Grown Meat Would «Cut Emissions and Save Energy»». Phys Org, 21 de junio de 2011.

MANDELBAUM, RYAN F. «Behind the Hype of «Lab-Grown» Meat». *Gizmodo*, 14 de agosto de 2017.

MEMPHIS MEATS. «The World's First Cell-Based Meatball — Memphis Meats». Youtube.com, 31 de enero de 2016.

SCHWARTZ, ARIEL. «The $325,000 Lab-Grown Hamburger Now Costs Less Than $12». Fast Company, 1 de abril de 2015.

STEINFELD, HENNING ET AL. *Livestock's Long Shadow.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

WATSON, ELAINE. «Cultured fish co. Finless Foods aims to achieve price parity with Bluefin tuna by the end of 2019». *Food Navigator*, 21 de diciembre de 2017.

«What Is Cultured Meat». Cultured Beef.

Carne procedente de vegetales

CHORANDO, MARIA. «JUST Vegan Egg Will be Available to Buy Online Next Month». *Plant Based News*, 17 de julio de 2018.

Clarafoods.com

Impossibleburger.com.

«Impossible Foods Launches Production at First Large-Scale Plant». *Business Wire*, 7 de septiembre de 2017.

SIMON, MATT. «The Impossible Burger: Inside the Strange Science of the Fake Meat That «Bleeds»». *Wired*, 20 de septiembre de 2017.

STEINFELD, HENNING ET AL. *Livestock's Long Shadow.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

TETRICK, JOSH. «Meat and Seafood (But Without the Animal)». LinkedIn, 27 de junio de 2017.

VAN HEMERT, KYLE. «Inside Look: The Startup Lab Using Plants to Make Next-Gen Super Eggs». *Wired*, 10 de diciembre de 2013.

WATSON, ELAINE. «Perfect Day in Talks With Food Industry Partners to Commercialize Animal-Free Dairy Ingredients». *Food Navigator*, 19 de diciembre de 2017.

Socialismo champagne

DIAMANDIS, PETER AND STEVEN KOTLER. *Abundance: The Future Is Better than You Think*. Free Press, 2014.

DORMEHL, LUKE. «No Grapes Necessary — Ava Winery Makes Fine Wines Molecule by Molecule». *Digital Trends*, 8 de agosto de 2017.

«Globetrotting Food Will Travel Farther Than Ever This Thanksgiving». Worldwatch Institute.

GOLDFARB, ALAN. «The Pivot to Whiskey». *The Verge*, 23 de agosto de 2018.

GOLDFIELD, HANNAH. «An Exclusive First Taste of Lab-Made Whiskey». *Wall Street Journal*, 1 de octubre de 2018.

LAWRENCE, FELICITY. «The Supermarket Food Gamble May Be Up». *Guardian*, 20 de febrero de 2017.

III. Encontrar el paraíso

9. Apoyo popular: populismo de lujo

Contra la élite tecnocrática

MARX, KARL. *Grundrisse*. 1857. [*Elementos fundamentales para una crítica a la economía política. Grundisse. 1857–1858*. Traducción de José Arico, Miguel Murmis y Pedro Scarón. Siglo XXI, 1998].

RANCIÈRE, JACQUES. «Attacks On «Populism» Seek to Enshrine the Idea That There is No Alternative». *Verso Books Blog*, 2 de mayo de 2017.

—— «The People Are Not a Brutal and Ignorant Mass». *Verso Books Blog*, 30 de enero de 2013.

SRNICEK, NICK AND ALEX WILLIAMS. *Inventing the Future*. Verso Books, 2016.

Los rojos y los verdes

«Balcombe «Fracking» Village in First Solar Panel Scheme». *BBC News*, 28 de enero de 2015.

Brand, Stewart. «WE ARE AS GODS». *Whole Earth Catalog*, Otoño, 1968.

Contra el globalismo, hacia el internacionalismo

Klein, Naomi. *This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate.* Penguin Books, 2015. [*Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima.* Traducción de Albino Santos Mosquera. Paidós, 2015].

Marx, Karl. *A Contribution to the Critique of Political Economy.* Progress Publishers, 1977. [*Contribución a la crítica de la economía política.* Traducción de Jose Aricó, Miguel Murmis, Pedro Scaron, León Mames y Jorge Tula. Siglo XXI, 2005].

10. Principios fundamentales: la ruptura con el neoliberalismo

El colapso de Carillion y la línea de la costa este

Bastani, Aaron. «Britain Isn't Working». *The New York Times*, 23 de enero de 2018.

Boffey, Daniel. «East Coast Mainline: Profitable and Publicly Owned — So Why Sell It?» *Guardian*, 23 de octubre de 2013.

Leach, Adam. «UK Public Sector is World»s Second-Largest Outsourcing Market». Chartered Institute of Procurement and Supply, 22 de marzo de 2013.

Mason, Paul. «Ink It Onto Your Knuckles — Carillion Is How Neoliberalism Lives and Breathes». *Novara Media,* 15 de enero de 2018.

McNulty, Roy. *Realising the Potential of GB Rail.* Department for Transport, mayo de 2011.

TOPHAM, GWYN. «East Coast Line Bailout Puts Rail Privatisation Back in Spotlight». *Guardian*, 10 de febrero de 2018.

El incendio de Grenfell

OSBORNE, SAMUEL AND HARRIET AGERHOLM. «Grenfell Tower Inquiry: Refurbishment Turned Building Into «Death Trap Using Public Funds»». *Independent*, 5 de junio de 2018.

STONE, JON. «Britain Could Slash Environmental and Safety Standards «A Very Long Way» after Brexit, Tory MP Jacob Rees-Mogg Says». *Independent*, 6 de diciembre de 2016.

Acabar con el neoliberalismo 1: el modelo Preston

CHAKRABORTTY, ADITYA. «In 2011 Preston hit Rock Bottom. Then it Took Back Control». *Guardian*. 31 de enero de 2018.

«The Cleveland ModelHow the Evergreen Cooperatives are Building Community Wealth». *Community Wealth*. febrero de 2013.

HANNA, THOMAS M., JOE GUINAN AND JOE BILSBOROUGH. «The «Preston Model» and the Modern Politics of Municipal Socialism». *Open Democracy*. 12 de junio de 2018.

PARVEEN, NAZIA AND RACHAEL BUNYAN. «Preston Named Best City to Live and Work in North-West England». *Guardian*, 8 de noviembre de 2016.

Negocios de la gente, bancos de la gente

BARROTT, CHERYL ET AL. «Alternative Models of Ownership». UK Labour Party, 11 de junio de 2017.

CLANCY, JOHN. *The Secret Wealth Garden: Re-Wiring Local Government Pension Funds back into Regional Economies*. Lulu.com, 2014.

El retorno del Estado: SBU

Moore, Henrietta L. «Social Prosperity for the Future: A Proposal for Universal Basic Services». University College London Institute for Global Prosperity, 2017.

«NHS Statistics, Facts and Figures». NHS Confederation, 14 de julio de 2017.

Descarbonización

Klein, Naomi. This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate. Penguin Books, 2015. [*Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima.* Traducción de Albino Santos Mosquera. Paidós, 2015].

«Softbank and Saudi Arabia Announce New Solar Generation Project». *CNBC*, 27 de marzo de 2018.

11. Transformar el Estado capitalista

Dinero a cambio de nada

Martinelli, Luke. «Assessing the Case for a Universal Basic Income in the UK.» University of Bath Institute for Policy Research, septiembre de 2017.

Van Parijs, Philippe and Yannick Vanderborght. *Basic Income: A Radical Proposal for a Free Society and a Sane Economy.* Harvard University Press, 2017.

Zamora, Daniel. «The Case Against a Basic Income». *Jacobin*, 28 de diciembre de 2017.

Los bancos centrales como planificadores centrales

Blakely, Grace. «On Borrowed Time: Finance and the UK»s Current Account Deficit». Institute for Public Policy Research, 10 de julio de 2018.

MASON, J.W. «Socialize Finance». *Jacobin*, 28 de noviembre de 2016.

El fin del PIB

GIBBONS, KEVIN. «Why Wikipedia is Top on Google: the SEO Truth No-One Wants to Hear». *Econsulting*, 14 de febrero de 2012.

KENNEDY, ROBERT. «Remarks at the University of Kansas». Charla, Lawrence, Kansas, 18 de marzo de 1968. John F. Kennedy Presidential Library and Museum.

KUZNETS, SIMON in report to the Congress, 1934. In *Globalization: Critical Perspectives*. Edited by Gernot Kohler and Emilio José Chaves, 2003.

«We'd better watch out». *New York Times Book Review*, julio de 1987.

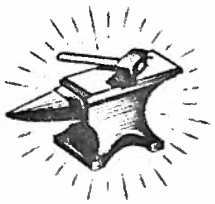
12.CLTA: un nuevo comienzo

MIMS, CHRISTOPHER. «The Six Laws of Technology Everyone Should Know». *Wall Street Journal*, 26 de noviembre de 2017.

NOVARA MEDIA. «Technology and Post Capitalism». Youtube.com, 25 de septiembre de 2017.

Futuros pospuestos

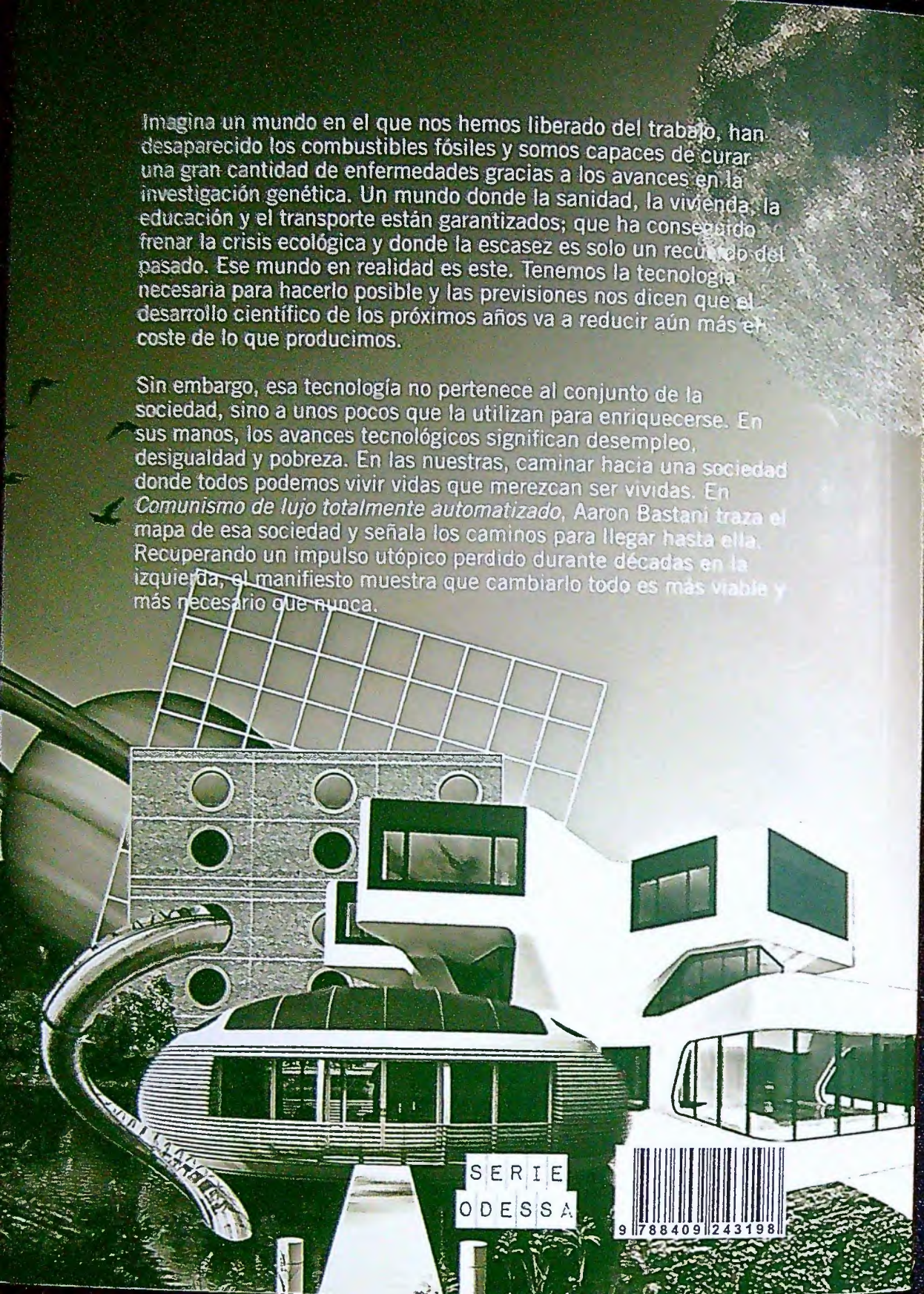
«How Luther Went Viral». *Economist*, 17 de diciembre de 2011.



Este libro se terminó de editar el 10 de octubre. El mismo día pero de 1918, estallaba en Hungría la Revolución de las Rosas de Otoño que desembocaría en la efímera República Soviética Húngara bajo el control de una coalición entre comunistas y socialdemócratas. Entre las primeras medidas aplicadas estuvo el control obrero de las fábricas y centros de trabajo.

Imagina un mundo en el que nos hemos liberado del trabajo, han desaparecido los combustibles fósiles y somos capaces de curar una gran cantidad de enfermedades gracias a los avances en la investigación genética. Un mundo donde la sanidad, la vivienda, la educación y el transporte están garantizados; que ha conseguido frenar la crisis ecológica y donde la escasez es solo un recuerdo del pasado. Ese mundo en realidad es este. Tenemos la tecnología necesaria para hacerlo posible y las previsiones nos dicen que el desarrollo científico de los próximos años va a reducir aún más el coste de lo que producimos.

Sin embargo, esa tecnología no pertenece al conjunto de la sociedad, sino a unos pocos que la utilizan para enriquecerse. En sus manos, los avances tecnológicos significan desempleo, desigualdad y pobreza. En las nuestras, caminar hacia una sociedad donde todos podemos vivir vidas que merezcan ser vividas. En *Comunismo de lujo totalmente automatizado*, Aaron Bastani traza el mapa de esa sociedad y señala los caminos para llegar hasta ella. Recuperando un impulso utópico perdido durante décadas en la izquierda, el manifiesto muestra que cambiarlo todo es más viable y más necesario que nunca.



SERIE ODESSA

9 788409 243198